

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**CONTRIBUTO DAS SAÍDAS DE CAMPO NA APRENDIZAGEM DA TEMÁTICA
“MAGMATISMO. ROCHAS MAGMÁTICAS”: UM ESTUDO COM ALUNOS DO
11º ANO DE ESCOLARIDADE**

Maria Leonor Brás Monteiro Ascensão

MESTRADO EM ENSINO DA BIOLOGIA E GEOLOGIA

**Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora Doutora
Maria Isabel Seixas da Cunha Chagas**

2019

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**CONTRIBUTO DAS SAÍDAS DE CAMPO NA APRENDIZAGEM DA TEMÁTICA
“MAGMATISMO. ROCHAS MAGMÁTICAS”: UM ESTUDO COM ALUNOS DO
11º ANO DE ESCOLARIDADE**

Maria Leonor Brás Monteiro Ascensão

MESTRADO EM ENSINO DA BIOLOGIA E GEOLOGIA

**Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora Doutora
Maria Isabel Seixas da Cunha Chagas**

2019

AGRADECIMENTOS

Próximo o final de uma das etapas mais importantes da minha vida, tenho a agradecer a todas as pessoas que fizeram parte do meu percurso e sem as quais esta experiência não teria sido tão agradável e enriquecedora.

À Professora Doutora Maria Isabel Seixas da Cunha Chagas, pela orientação.

À Professora Doutora Maria Carla Ribeiro Kullberg, pela ajuda inestimável desde a primeira hora, e que tanto me ajudou na preparação científica deste trabalho.

Ao professor José Carlos Feitor, professor cooperante, por toda a paciência, disponibilidade e amizade, um verdadeiro exemplo do que é ser professor, e que tanto me ensinou ao longo destes meses.

Aos meus alunos, que tanto me ajudaram na elaboração deste trabalho, e que me mostraram o tipo de professora que quero ser.

Aos meus colegas de mestrado, que me foram acompanhando, ajudando e motivando ao longo destes dois anos.

A todos os amigos e família que me incentivaram a concluir este trabalho, por toda a ajuda preciosa em todos os aspetos e pelo apoio total que sempre me têm dado.

RESUMO

O presente relatório descreve a investigação desenvolvida no âmbito da prática letiva supervisionada, inserida no contexto da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional IV, do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia. Por conseguinte, no presente documento relata-se e analisa-se o trabalho desenvolvido na disciplina de Biologia e Geologia, com alunos de uma turma do 11º ano, que teve como principal objetivo dar resposta à questão: *Que contributos têm as Saídas de Campo na aprendizagem da temática “Magmatismo. Rochas magmáticas”?*.

Esta prática envolveu a conceção e implementação de uma intervenção letiva centrada numa perspetiva construtivista do ensino, onde o aluno é o principal sujeito do processo de aprendizagem. Seguindo esta metodologia, desenvolveu-se a intervenção em torno de uma aprendizagem por descoberta, tendo os alunos realizado um trabalho investigativo baseado numa questão inicial por eles construída, e que teve como momento central uma Saída de Campo ao Parque Natural Sintra-Cascais, onde puderam observar *in loco* o objeto de estudo. Assim, através da concretização de diferentes atividades, os alunos foram desenvolvendo o seu conhecimento, trabalhando em grupo, tendo oportunidade de confrontar ideias e recolher e tratar informação pertinente sobre a questão investigativa a desenvolver. O trabalho desenvolvido culminou numa tarefa final que consistiu na apresentação de um póster científico por eles desenvolvido, sobre a questão investigativa trabalhada.

A análise dos resultados obtidos teve um cariz essencialmente descritivo e qualitativo, revelando a importância das atividades de campo no desenvolvimento de novas aprendizagens em geologia e na melhor compreensão dos conteúdos, criando espaço para o desenvolvimento de aprendizagens significativas ao permitir aos alunos por em prática o que aprenderam nas aulas, e às quais se associa um aumento da motivação e uma atitude positiva e ativa perante novos desafios. Crê-se também que o trabalho realizado, além de ter importância no contexto da vida escolar destes alunos, os ajudou no seu crescimento e desenvolvimento enquanto cidadãos conscientes e intervenientes, ao ter permitido o desenvolvimento de competências como um olhar mais atento para a realidade envolvente, uma maior consciência ambiental, um espírito mais curioso, crítico e criativo e o reconhecimento da importância da tomada de decisões cientificamente fundamentadas, através do reconhecimento do papel do geólogo na sociedade.

Palavras-chave: Magmatismo, Saídas de Campo, Atividades Investigativas, Aprendizagem por descoberta

ABSTRACT

The present report describes the investigation developed within the scope of supervised teaching practices, inserted in the context of the curricular unit of Initiation to the Professional Practice IV, of the MA degree in Teaching of Biology and Geology. Therefore, the present document reports and analyses the work developed on the subject of Biology and Geology, with students from a class of the 11th grade, which had as main goal answering the question: *Que contributos têm as Saídas de Campo na aprendizagem da temática “Magmatismo. Rochas magmáticas?”*.

This practice involved the conception and implementation of a teaching intervention centred on a constructivist perspective of teaching, where the student is the main subject of the process of learning. Following this methodology, the intervention was developed around learning by discovery, having the students constructed an investigative work based on a starting question developed by themselves, and which had as the central moment a Field Trip to the Natural Park of Sintra-Cascais, where they could observe the object of study *in loco*. Thus, by completing different activities throughout the didactic unit, the students developed their knowledge, working in groups, having the opportunity to compare ideas, and collect and manage relevant data to the development of the investigative question. The developing work culminated in a final task which consisted on the presentation of a scientific poster developed by them, about the investigative question on which they worked.

The analyses of the obtained results had an essentially descriptive and qualitative nature, revealing the importance of field activities in the development of new learnings in geology and in the better comprehension of the contents, making way for the development of significant learnings, by allowing the students to put to practice what they learnt in class, to which we associate a growth in motivation and a positive and active attitude before new challenges. It is believed that the work done, besides its importance in the context of the school life of these students, also helped them in their growth and development as conscient and intervening citizens, by allowing the development of competences such as more awareness of the involving reality, a bigger environmental conscience, a more curious, critical and creative spirit and the recognition of the importance of scientific based decision-making, through the recognition of the part of the geologist in society.

Keywords: Magmatism, Field Trips, Investigative Activities, Learning by Discovery

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	iv
Resumo	vi
Abstract	viii
Índice Geral	x
Índice de Figuras	xii
Índice de Gráficos	xiii
Índice de Tabelas	xiv
1. Introdução	1
1.1. Contextualização do Estudo	1
1.2. Problema e Questões Orientadoras	2
1.3. Organização do Relatório	4
2. Enquadramento Teórico	5
2.1. O Construtivismo e a Prática de Ensino	5
2.2. Pertinência da Metodologia de Saída de Campo no Ensino da Geologia	5
2.3. Atividades Práticas no Contexto da Saída de Campo	10
2.4. Trabalho Colaborativo Inerente à Saída de Campo	12
3. Enquadramento Didático	13
3.1. Enquadramento Científico	13
3.1.1. Diversidade de Magmas	13
3.1.2. Consolidação de Magmas	17
3.1.3. Diferenciação Magmática	19
3.1.4. Diversidade de Rochas Magmáticas	22
3.1.5. Caso específico do Complexo Ígneo de Sintra	27
3.2. Enquadramento Curricular	29
3.2.1. Conteúdos Trabalhados	30
3.3. Proposta Didática	33
3.3.1. Planificação a Médio Prazo	34
3.3.2. Fundamentação Didática	36
3.3.3. Atividades Propostas	40
3.3.4. Planificação a Curto Prazo	41
3.3.5. Avaliação	58
4. Métodos e Procedimentos	63
4.1. Paradigma, Abordagem e Modalidade	63
4.2. Contexto do Estudo	64
4.2.1. Breve caracterização da Escola	64

4.2.2. Breve caracterização da Turma	65
4.3. Instrumentos de Recolha de Dados	66
5. Apresentação dos Resultados	69
5.1. Diários de Aula	69
5.1.1. Aula 1	69
5.1.2. Aula 2	74
5.1.3. Aula 3	77
5.1.4. Aula 4	79
5.1.5. Aula 5	83
5.1.6. Saída de Campo	85
5.1.7. Aula 7	90
5.1.8. Aula 8	91
5.1.9. Aula 9	93
5.1.10. Aula 10	93
5.1.11. Aula 11	94
5.1.12. Aula 12	95
5.2. Questionários	98
5.2.1. Questionário Inicial	98
5.2.2. Questionário Final	101
5.3. Avaliações	105
6. Conclusão e Considerações Finais	107
6.1. Discussão dos Resultados	107
6.1.1. Que competências desenvolvem os alunos ao realizar saídas de campo no âmbito da temática apresentada?	107
6.1.2. De que modo é que a aplicação da metodologia de saídas de campo contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas?	109
6.1.3. Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam saídas de campo no âmbito da temática apresentada?	110
6.1.4. Qual a influência das saídas de campo desenvolvidas no envolvimento dos alunos e na sua perceção acerca da utilidade do trabalho do geólogo na sociedade?	111
6.2. Reflexão Final	112
6.3. Limitações do Estudo e Propostas para Estudos Futuros	115
7. Referências	117
8. Anexos	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Série Reacional de Bowen (Grotzinger <i>et al.</i> , 2006)	20
Figura 2. Carta geológica simplificada do complexo ígneo de Sintra e proposta para a origem das rochas plutónicas que o constituem: uma primeira intrusão granítica, com 82 milhões de anos, proveniente de um magma riolítico, e outra, mais recente, com 76 milhões de anos, formada a partir de um magma basáltico, que se terá diferenciado para originar gabros, dioritos e sienitos (Ferreira & Ferreira, 2008)	22
Figura 3. Classificação das rochas magmáticas (Dias <i>et al.</i> , 2004)	26
Figura 4. Formação da Serra de Sintra (adaptação de Galopim de Carvalho, 1982)	29
Figura 5. Corte geológico simplificado da Serra de Sintra (adaptado de Ribeiro, 1940)	29
Figura 6. Carta de exploração do subtema «Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres» (M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005)	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Prefere Biologia ou Geologia?	98
Gráfico 2. Grau de conhecimento na área da Geologia	99
Gráfico 3. Qual é que é o seu nível de interesse por Geologia?	99
Gráfico 4. Considera a hipótese de estudar Geologia?	99
Gráfico 5. Considera o trabalho de campo importante para o trabalho e investigação em Geologia?	100
Gráfico 6. Com que regularidade se fazem atividades de campo no Colégio?	101
Gráfico 7. A atividade de campo aumentou o meu interesse relativamente aos conteúdos de Geologia	101
Gráfico 8. A atividade de campo contribuiu para uma maior compreensão dos conteúdos da temática <i>Magmatismo.Rochas magmáticas</i>	102
Gráfico 9. A atividade de campo aumentou a minha curiosidade relativamente à forma como os processos naturais ocorrem	102
Gráfico 10. Importância da realização da atividade de campo e todo o seu processo no desenvolvimento de novas aprendizagens em Geologia	103
Gráfico 11. A atividade de campo e todo o seu processo aproximou-me do trabalho dos geólogos	103
Gráfico 12. A atividade de campo e todo o seu processo ajudou-me a compreender que a Geologia é uma área científica com influência na sociedade	104

ÍNDICE DE TABELAS

Quadro 1. Conteúdos programáticos da unidade “Magmatismo. Rochas Magmáticas” (adaptado de M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005)	32
Quadro 2. Plano geral da intervenção	36
Quadro 3. Competências a desenvolver pelos alunos ao longo da PES (adaptado de M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005)	37
Quadro 4. Tabela-resumo das atividades práticas realizadas, com indicação da respetiva aula	41

ÍNDICE DE ANEXOS

I. Powerpoints das Aulas Lecionadas	123
II. Ficha de Trabalho da Atividade Experimental “Formação de Cristais de Enxofre”	145
III. Ficha de Classificação de Rochas Magmáticas em Amostra de Mão	146
IV. Kahoot!	147
V. Ficha de Exercícios de Aplicação da Matéria	152
VI. Lista de Artigos Científicos	156
VII. Guião de Campo	157
1. Guião	157
2. Critérios de Avaliação do Guião	170
VIII. Grelhas de Avaliação	174
1. Avaliação do Trabalho de Grupo durante as Aulas Autónomas	174
2. Avaliação do Trabalho de Campo	175
3. Avaliação dos Guiões de Campo	175
4. Avaliação das Apresentações Orais	176
5. Avaliação dos Pósteres Científicos	178
IX. Pósteres Científicos produzidos pelos Alunos	179
X. Questionário Inicial	183
XI. Questionário Final	184
XII. Autorizações	186
1. Termo de Consentimento Informado	186
2. Autorização para a Saída de Campo	187

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do Estudo

Escolheu-se a metodologia de Saída de Campo para a realização da intervenção no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), uma vez que é uma atividade prática com enorme potencial educativo no processo de aprendizagem dos alunos, ao ser organizada em ambiente aberto, e levada a cabo com objetivos educacionais concretos, podendo os alunos observar *in loco* os objetos de estudo, executando tarefas concretas, como a recolha de amostras, entre outros, e o manuseamento de instrumentos para recolha de dados, por exemplo. Apesar de ser encarada como uma atividade decorrente do contexto formal de aprendizagem, numa saída de campo podem existir e coexistir os três tipos de educação – formal, não formal e informal –, o que torna esta atividade prática tão rica do ponto de vista educacional, quer ao nível da aquisição e compreensão de conteúdos, quer ao nível do desenvolvimento de capacidades e atitudes (Almeida, 1998).

As saídas de campo ganham especial importância quando aplicadas no âmbito do ensino e da aprendizagem da Geologia, uma vez que, quando bem planeadas e exploradas, desempenham um papel fundamental no despertar do interesse e na potenciação da motivação e envolvimento dos alunos. Isto leva à realização de aprendizagens significativas, ao permitir a observação direta e em ambiente natural de materiais e/ou processos geológicos (Pinheiro, 2014), a compreensão de conteúdos num contexto real e concreto e a participação ativa dos alunos, que passam a assumir-se como protagonistas do processo de aprendizagem, potenciando a reflexividade e a interação entre pares (Orion, 1989).

Para além do que foi dito anteriormente, a escolha da metodologia de Saídas de Campo foi bastante evidente, porque foi através desta prática de ensino que ganhei o verdadeiro gosto pela Geologia e ganhei uma visão holística e integradora desta ciência. Deste modo, pela importância que teve no meu próprio crescimento, quis levar esta metodologia que me é tão querida aos alunos que já vinha a acompanhar desde o início do ano, e que me diziam que nunca tinham feito uma Saída de Campo na vida.

1.2. Problema e Questões Orientadoras

A componente investigativa da PES centrou-se no seguinte problema: “De que modo é que uma Saída de Campo ao Parque Natural Sintra-Cascais contribui para uma maior compreensão do processo científico em Geologia, na abordagem da temática “Magmatismo. Rochas Magmáticas”, em alunos de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade?”.

Este problema foi operacionalizado nas seguintes questões de investigação:

- Que competências desenvolvem os alunos ao realizar saídas de campo no âmbito da temática apresentada?
- De que modo é que a aplicação da metodologia de saídas de campo contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas?
- Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam saídas de campo no âmbito da temática apresentada?
- Qual a influência das saídas de campo desenvolvidas no envolvimento dos alunos e na sua perceção acerca da utilidade do trabalho do geólogo na sociedade?

Com base nesta problemática, planificou-se e concretizou-se uma proposta didática tendo em vista tornar significativas as aprendizagens relacionadas com a unidade de ensino em causa e promover nos alunos um espírito crítico, fundamentado e ativo, resultante de atitudes de exploração, experimentação, observação, questionamento, reflexão e relacionamento de saberes teóricos com a realidade envolvente, aprendizagens necessárias para que o processo científico possa ocorrer.

Seguiu-se, para isso, o modelo organizativo de Saída de Campo de Orion (1993), contemplando, para além da Saída em si, sete aulas de 60 minutos para o Pré-Visita e cinco aulas de 60 minutos para o Pós-Visita. Como produto final das atividades realizadas ao longo destas aulas, os alunos construíram, em grupo, pósteres científicos, que foram apresentados à turma, e posteriormente dispostos na Feira da Ciência da escola.

Optou-se pela realização de uma saída de campo ao Parque Natural de Sintra-Cascais no âmbito da temática a trabalhar durante a intervenção, pelo facto da Serra de Sintra ser um Maciço Eruptivo, representando um pequeno corpo intrusivo de rochas magmáticas hoje exposto à observação graças ao trabalho conjugado da alteração/erosão, que ao longo de muitos milhões de anos retirou a cobertura sedimentar inicial e expôs o corpo ígneo (Alves, 1964). Deste modo, trata-se de um local

privilegiado para os alunos poderem aplicar no campo os conhecimentos que começaram aprendidos em sala de aula sobre magmatismo e rochas magmáticas. Do mesmo modo, observa-se neste local que o Maciço se instala cortando uma estrutura formada por camadas de rochas sedimentares, fazendo com que a intrusão ígnea não só metamorfeize, originando uma estreita auréola de rochas metamórficas, como deforme fortemente as camadas sedimentares encaixantes (Baltasar & Martins, 2005). Assim, esta região apresenta uma enorme diversidade litológica (rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares) associada à complexa história de formação e instalação da intrusão magmática, fazendo com que este seja ainda hoje considerado “o acidente geológico e geomorfológico de maior importância na península de Lisboa” (Teixeira, 1962). Deste modo, pelo seu enquadramento geológico característico e privilegiado, trata-se de uma zona com um enorme potencial educativo devido à sua diversidade geológica riquíssima. Assim, é possível aos alunos, no contexto de uma única saída, ver os três tipos de rochas e a interação existente entre eles, levando à mobilização de todos os conhecimentos trabalhados ao longo do subtema “Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres”, permitindo contextualizar e criar um fio condutor com a nova matéria a ser trabalhada, potenciando a compreensão dos alunos para a noção de que a realidade da Geologia não permite conhecimentos isolados: a dinâmica da Terra leva à interação de todos os tipos de rochas, que resultam de processos de alteração de uns nos outros, o que faz com que o cientista tenha de integrar conhecimentos de modo a compreender a globalidade dos fenómenos que ocorrem no local em questão. Deste modo, esta Saída de Campo tem o potencial de combater a segmentação das aprendizagens dos alunos.

Esta intervenção teve, também, como objetivo a promoção da literacia científica, ao confrontar os alunos com problemas atuais, criando oportunidades para refletirem, formarem opiniões, apresentarem soluções e desenvolverem decisões sobre acontecimentos do mundo real (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006).

Tendo em conta que o interesse dos jovens pela ciência abordada na escola constitui um problema do ensino atual e que as aprendizagens se tornam significativas apenas se os alunos tiverem disposição e motivação para aprender (Zompero & Laburú, 2010), é necessário promover o seu interesse nesta área. Uma via para o conseguir é aproximar os alunos dos contextos abordados em sala de aula através de temas que tenham conexão com o mundo real (Martins, 2002), e foi isso que se tentou fazer ao longo de todo o trabalho realizado na prática de ensino.

1.3. Organização do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em 6 capítulos principais: Introdução; Enquadramento Teórico, onde se contextualiza a prática de ensino, se refere a pertinência das Saídas de Campo no ensino da Geologia e se abordam as principais atividades práticas que potenciam o papel das Saídas de Campo no processo de ensino-aprendizagem, bem como a importância do trabalho colaborativo inerente; Enquadramento Didático, onde se contextualiza o leitor na unidade de ensino em causa, quer em termos científicos como curriculares, e é apresentada a proposta didática para a realização desta mesma unidade de ensino; Métodos e Procedimentos, em que se apresenta o paradigma, a abordagem e a modalidade utilizados para a elaboração da investigação, e se apresenta o contexto da fonte de dados utilizada - as aulas de Biologia e Geologia de uma turma de 11º ano. Apresentam-se, ainda, os instrumentos que permitiram recolher os dados que possibilitaram responder às questões orientadoras da investigação; Apresentação dos Resultados, que foram obtidos por observação, questionário aos alunos e análise de documentos produzidos pelos mesmos; e Considerações Finais, onde se faz a discussão dos resultados obtidos, com consequente resposta às questões orientadoras da investigação, uma pequena reflexão acerca do trabalho elaborado e uma última parte onde são apresentadas as limitações do presente estudo, bem como propostas para estudos futuros.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. O Construtivismo e a Prática de Ensino

Toda a intervenção seguiu, desde o primeiro momento, uma abordagem construtivista, uma vez que se tentou ao máximo centrar o processo de ensino-aprendizagem no aluno, desempenhando ele um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento, e valorizar as suas concepções prévias ao longo de todo o processo de aprendizagem (Vasconcelos, Praia, & Almeida, 2003). Desta forma, a aprendizagem decorre, ativamente, de interações de ideias e processos feitos a partir de conhecimentos prévios adquiridos pelo aluno (Collins, 2002). O fator de maior influência no processo de ensino-aprendizagem apontado pela teoria construtivista refere-se, deste modo, às concepções prévias dos alunos, uma vez que estas afetam as suas aprendizagens futuras (Martins *et al.*, 2007). De acordo com esta perspetiva o professor assume um papel de orientador no processo de construção de conhecimento por parte dos alunos, que se tornam os principais sujeitos deste processo (Hohenstein & Manning, 2010).

De acordo com o construtivismo, o processo de aprendizagem, para se demonstrar eficaz, requer “explorações” por parte dos alunos (aprendizagem por descoberta), na medida em que as aprendizagens ou informações que ocorrem das próprias explorações dos alunos “tendem a ser melhor retidas do que os factos meramente memorizados” (Vasconcelos, Praia, & Almeida, 2003, p. 14). Defende-se, ainda, que a aprendizagem é mais eficaz quando é situada em contextos que sejam significativos e familiares para os alunos (Collins, 2002), estando a motivação para aprender diretamente correlacionada com a eficácia do processo (Hohenstein & Manning, 2010). “Nessa perspetiva, cabe ao professor a capacidade de lançar perguntas que despertem a curiosidade, mantenham o interesse e provoquem e desenvolvam o pensamento.” (Vasconcelos, Praia, & Almeida, 2003, p. 14).

2.2. Pertinência da Metodologia de Saída de Campo no Ensino da Geologia

Foi seguindo esta linha de pensamento que se planeou e concretizou toda a intervenção, que teve como centro uma Saída de Campo. Esta Saída teve por base a ideia de que “o ensino das ciências [...] mais do que preocupar-se em transmitir conhecimentos científicos, deve ter como finalidade a promoção de uma educação em ciências que permita aos alunos tornarem-se cidadãos capazes de compreender o mundo

natural que os rodeia [...]” (Leite, 2006), já que o trabalho de campo é um tipo de trabalho prático onde os alunos realizam atividades que envolvem, simultaneamente, os domínios psicomotor, cognitivo e afetivo (Dourado & Sequeira, 2001).

Segundo Orion e Hofstein (1994), a Educação em Ciência ocorre em três ambientes de aprendizagem principais: o laboratório, a sala de aula e o ambiente exterior. Contudo, o foco do ensino, ao longo da história, tem-se baseado no desenvolvimento de estratégias didáticas para o laboratório e para a sala de aula, tendo-se desvirtuado bastante o espaço exterior, apesar deste ambiente ser muito importante para o desenvolvimento de aprendizagens significativas (Moreira, 2012) por parte dos alunos, apresentando inúmeros benefícios, tais como os apontados por Dourado (2001) e Bonito e Sousa (1997): tornar palpáveis os assuntos estudados, abordando-os em contextos reais; adquirir conhecimentos aplicando a prática do conhecimento científico, o que leva ao desenvolvimento de atitudes, procedimentos e conceitos básicos e essenciais que facilitam a compreensão e interpretação do meio natural; adquirir experiência de utilização da metodologia científica; adquirir experiência de utilização de instrumentos científicos; desenvolver a habilidade de observar; estimular a cooperação entre alunos; reforçar as relações entre alunos e entre estes e o professor; desenvolver atitudes positivas relativamente à vida ao ar livre e à utilização da natureza, levando ao desenvolvimento de uma consciencialização ambiental; adquirir conhecimentos e interesses sobre a utilização racional dos recursos; e aumentar o interesse e a motivação pelo trabalho de campo, tendo como subproduto o desenvolvimento da atitude científica. Dadas estas potencialidades, as saídas de campo, incluídas no conjunto de atividades práticas desenvolvidas fora da sala de aula e possíveis de realizar em ciências, têm sido defendidas sobretudo por razões de ordem psicológica (principalmente ao nível da motivação) e epistemológica (porque associadas ao processo investigativo inerente à construção da ciência) (Almeida, 1998).

Este tipo de metodologia de trabalho toma especial relevância no ensino da Geologia uma vez que “a experimentação e simulação em laboratório, embora sejam componentes importantes em muitas investigações geológicas, nunca substituem as evidências recolhidas em campo” (Dodick & Orion, 2003, p. 207). Ao mesmo tempo, as saídas de campo têm uma importância fundamental quando aplicadas no âmbito da Geologia, uma vez que constituem uma estratégia de ensino-aprendizagem que, bem planeada e explorada, desperta o interesse dos alunos e leva à sua ativa participação, pois permite a observação direta e em ambiente natural de materiais e/ou processos

geológicos (Pinheiro, 2014). Além disso, e de acordo com um estudo publicado por Bonito, Macedo e Pinto (1999), é de consenso entre os alunos que o campo é insubstituível, não apenas na sua formação para conteúdos de Geologia, mas também para promover o contacto dos mesmos com a natureza.

A abordagem da Geologia numa saída de campo apresenta-se, assim, como uma perspetiva complementar do trabalho em sala de aula, uma vez que permite aos alunos a aquisição e compreensão de conteúdos num contexto informal e potencia a reflexividade e a interação entre pares, em situações reais (Orion, 1989). Para além de despertar um maior interesse, permite ainda que o aluno confronte a teoria e a prática, fazendo com que seja o protagonista da sua própria aprendizagem e perceba que as aprendizagens desenvolvidas em sala de aula são reais, concretas e atuais e que a ciência é uma atividade com objetivos de grande utilidade para toda a sociedade e não apenas para a comunidade científica (De Frutos *et al.*, 1996). Deste modo, a maior compreensão da importância daquilo que é aprendido potencia também a aquisição de aprendizagens significativas por parte dos alunos.

As aprendizagens desenvolvidas no contexto de Saída de Campo são potenciadas quando direcionadas para o Ensino Secundário, uma vez que vão ao encontro dos conteúdos e unidades didáticas trabalhadas na disciplina de Biologia e Geologia e só poderão ser verdadeiramente proveitosas se o ambiente for de trabalho efetivo, se forem realizadas investigações com bons índices de responsabilidade e maturidade e se a grande maioria dos alunos souber o que tem que fazer, mostrando confiança e autonomia (Santos, 2015).

O trabalho de campo pode ser classificado em quatro tipos (de acordo com a classificação de Del Carmen & Pedrinaci (1997), citados por Dourado, 2001):

1) *Tradicional*: nestas atividades o professor assume o papel principal, apresentando à turma uma série de conhecimentos a reter, alertando para o que devem observar e como devem interpretar o que estão a ver. Neste tipo de Saída de Campo o aluno assume uma atitude acrítica, limitando-se a absorver o máximo de informação proveniente do professor e a tirar notas. Uma atividade de campo deste tipo tem um potencial didático bastante reduzido, uma vez que os alunos quase que não se envolvem no processo de ensino/aprendizagem;

2) *Descoberta autónoma*: nas atividades de campo deste tipo, ao contrário da anterior, o aluno assume o papel principal no processo de aprendizagem, uma vez que é ele que deve, pelos seus próprios meios, explorar o local que visita, retirando dos seus

procedimentos as informações que considera importantes. Neste tipo de saída de campo valorizam-se os procedimentos, atitudes e valores em detrimento dos conceitos, dados e factos;

3) *Observação dirigida*: nestas atividades de campo, o professor prepara um guião para ser seguido pelos alunos durante a saída. O aluno assume-se como protagonista da aprendizagem, realizando observações e tirando conclusões com o auxílio do guião que lhe foi fornecido. É, por isso, um investigador sob orientação. A existência de um guião orientador é o que diferencia este tipo de visita do tipo por descoberta autónoma;

4) *Baseada na resolução de problemas*: de acordo com esta abordagem, os alunos têm de resolver uma situação-problema levantada em sala de aula antes da saída de campo e esta é utilizada como objeto de estudo para se procurarem informações acerca dessa problemática inicial. No local os alunos devem procurar criar, desenvolver e/ou alterar hipóteses de resolução para esse mesmo problema. O professor assume o papel de orientador, ajudando os alunos a criar, desenvolver, alterar e tirar as respetivas conclusões de um percurso investigativo, de forma rigorosa, reflexiva e crítica. Neste tipo de atividade o aluno assume um papel mais ativo do que nos anteriores.

Apoiado na importância das experiências práticas para os alunos (*hands on experiences*) definidas por Piaget (1970), Orion (1993) refere-se à saída de campo como uma estratégia de ensino de importância fundamental, não apenas pela experiência prática em si que é possível realizar no trabalho de campo, pois esta pode ser igualmente realizada em sala de aula, mas sim pelo tipo de experiências que são apenas possíveis realizar fora do contexto de sala de aula. Estas experiências práticas que o trabalho de campo possibilita facilitam a construção de conhecimentos mais abstratos e complexos, através da compreensão de conceitos mais simples e concretos. É do confronto dos conhecimentos dos alunos com a realidade envolvente que resulta o armazenamento desses conhecimentos na memória a longo prazo, levando ao desenvolvimento de aprendizagens significativas, uma vez que é dada oportunidade aos alunos de verem uma utilidade real e concreta naquilo que aprenderam em sala de aula (Mackenzie & White, 1982).

Vendo um grande potencial neste tipo de atividades, Orion (1993) criou um modelo organizativo para o desenvolvimento e implementação da saída e do respetivo trabalho de campo, de forma a minimizar os fatores que impedem o seu sucesso. O modelo é dividido em três fases: a Pré-Saída, a Saída propriamente dita e a Pós-Saída.

1. *Pré-Saída*: antes da Saída de Campo, quanto menor for o fosso entre as expectativas dos alunos e a realidade que vão encontrar (preparação psicológica) e quanto mais familiarizados estiverem com as tarefas a realizar na visita (preparação cognitiva) e com o local (preparação geográfica), mais produtiva será a visita de estudo (Orion, 1993). Torna-se, portanto, fundamental que, na fase de preparação, os professores transmitam aos alunos os objetivos da Saída de Campo, os quais devem estar em articulação com os programas escolares; orientem os alunos no espaço a visitar, responsabilizando-os pelas suas aprendizagens; e reduzam o fator novidade associado ao local ou à temática em estudo (Santos, 2015). Este fator novidade, apesar de poder ter um papel motivador, pode, muitas vezes, ser distrativo para os alunos, uma vez que durante a saída de campo estes se encontram num ambiente que lhes é desconhecido, o que pode, por vezes, contribuir para a diminuição da eficácia desta atividade, perturbando as aprendizagens (Almeida, 1998). A pré-visita toma, assim, um papel muito importante, pois permite, através do contacto dos alunos com materiais que irão estar presentes durante a saída de campo, diminuir o fator distração associado e contextualizar os alunos para aquilo que terão de observar (Orion, 1993). Deste modo, nestas aulas podem ser seguidas estratégias como a observação de amostras das litologias do local a visitar, fósseis, minerais, entre outros, ou até utilizarem-se modelações e simuladores.

2. *Saída propriamente dita*: segundo Orion (1993), a saída de campo tem de ser cuidadosamente preparada pelo professor, que deve ter realizado uma visita prévia ao local em questão, que lhe tenha permitido familiarizar-se e conhecer o local a visitar, de modo a definir os objetivos da saída com rigor, a construir o guião de campo e a garantir segurança nas respostas quando tiver de explicar alguma coisa aos alunos. O guião de campo fornecido aos alunos durante a saída deve conter as informações necessárias para que possam fazer uma boa observação e questões orientadoras que os auxiliem nessa mesma observação (Orion, 1993). Este guião deve incluir tarefas e questões que sejam acessíveis aos alunos e que promovam a interação entre o grupo.

Orion (1993) refere, também, que a saída não deve ter mais do que 6 a 8 parágrafos, os quais não devem ser muito distantes uns das outras. A informação a reter em cada uma deve ser concisa e clara para evitar o cansaço e a desmotivação por parte dos alunos. Estes parágrafos devem ter uma ligação lógica entre si e serem interessantes para os alunos, mantendo a sua atenção e envolvimento. As condições meteorológicas também devem ser tidas em conta no processo de planificação de uma saída de campo.

3. *Pós-Saída*: nesta última fase o anterior contacto com o meio durante a saída de campo é utilizado para sumarizar e enquadrar as aprendizagens adquiridas com o currículo a desenvolver. Esta fase pode ser realizada através de estratégias diversas, como por exemplo a exposição de trabalhos, a realização de debates ou a elaboração de mapas de conceitos (Santos, 2015).

Para que o desenvolvimento e a implementação da Saída de Campo possam ser realizados com sucesso e esta ser aproveitada ao máximo pelos alunos, ao longo de todo o processo metodológico devem ser abordadas outras estratégias que complementem e potenciem este mesmo processo. Deste modo, durante o pré e o pós-visita são aplicadas diversas atividades práticas desenvolvidas na sala de aula, que encorajam o aluno a manter-se ativamente envolvido (Martins *et al.*, 2007).

2.3. Atividades Práticas no Contexto da Saída de Campo

As atividades práticas desempenham um papel fundamental nos processos de ensino-aprendizagem, uma vez que ensinar ciências não se limita à transmissão de conhecimentos, mas implica a criação de ambientes favoráveis à construção ativa do saber e do saber fazer, fornecendo quadros conceptuais integradores e globalizantes que facilitem as aprendizagens significativas (Amador *et al.*, 2001). Através de uma abordagem prática da Ciência, esta não é apresentada aos alunos como um conhecimento pronto, mas sim como algo que lhes requer aplicar esses conhecimentos a novas situações, na resolução de problemas diversos, o que lhes permite, como cidadãos pertencentes a uma sociedade democrática, uma postura de questionamento, observando o seu meio social e tomando uma participação ativa na sociedade (Baptista, 2010).

Com base nestes pressupostos, ao longo do pré e do pós-visita, foram desenvolvidas, em sala de aula, diversas atividades práticas do tipo laboratorial, experimental ou investigativo, com inúmeras vantagens para os alunos (Martins *et al.*, 2007):

- O *trabalho laboratorial* concretiza-se através de diferentes atividades que decorrem no laboratório, envolvendo o uso de equipamentos próprios. O trabalho laboratorial só será considerado como trabalho prático quando for o aluno o executante das atividades. O valor educativo das atividades prático-laboratoriais dependerá do grau de abertura das mesmas – de valor mínimo, se a atividade for guiada ou de valor máximo, no caso de

investigações abertas sobre uma questão-problema colocada pelo aluno ou, pelo menos, do seu próprio interesse (Martins *et al.*, 2007);

- As *atividades experimentais* são atividades práticas onde há manipulação de variáveis, envolvendo, entre outras possibilidades, variação provocada nos valores da variável independente em estudo, medição dos valores alcançados pela variável dependente com ela relacionada e controlo dos valores das outras variáveis independentes que não estão em situação de estudo (Martins *et al.*, 2007);

- As *atividades investigativas* implicam encontrar respostas para uma dada questão-problema e, por isso, são conduzidas na perspetiva de trabalho científico. Visam proporcionar ao aluno o desenvolvimento da compreensão de procedimentos próprios do questionamento e, através da sua aplicação, resolver problemas de índole mais teórica ou mais prática, emergentes de contextos reais que lhe são familiares (Martins *et al.*, 2007). Dadas estas características, as atividades investigativas fomentam o questionamento, o planeamento, a recolha de evidências, as explicações com base nas evidências e a comunicação. Recorre aos processos da investigação científica, orientando os alunos a aprender a fazer ciência e sobre ciência (Baptista, 2010).

Complementando a investigação por pesquisa bibliográfica, as atividades laboratoriais e a investigação realizada durante a saída de campo, os alunos aprendem a observar e a interpretar o mundo natural, assim como a tirar conclusões a partir das observações e a cruzar aprendizagens realizadas em diferentes contextos. Isto permite que os alunos desenvolvam uma conceção clara sobre os fenómenos naturais, que não seria possível apenas a partir do uso do manual (Baptista, 2010). Assim, o ensino por investigação envolve os alunos na recolha de evidências, permitindo-lhes responder às questões colocadas tendo por base a combinação destes processos com o conhecimento científico, o raciocínio e o pensamento crítico.

Quando os alunos desenvolvem atividades de investigação relacionam os processos com os conhecimentos científicos. Com efeito, ao relembrares os conceitos e ao integrá-los numa estratégia coerente, os alunos dispõem de mais tempo de reflexão. Um ensino por investigação envolve os alunos no fazer, pensar, falar e escrever sobre ciência (Baptista, 2010), pelo que pode ser encarado como facilitador da promoção da literacia científica, do desenvolvimento de competências e das relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Freire, 2009).

Face à emergência de novos objetivos no ensino das ciências, que requerem uma atividade intelectual mais ativa por parte dos alunos, as atividades práticas, em toda a sua diversidade, têm vindo a ser cada vez mais investigadas, divulgadas e adotadas pelos professores (Zompero & Laburú, 2010).

2.4. Trabalho Colaborativo Inerente à Saída de Campo

O conhecimento desenvolve-se através da interação com os outros (Santos, 2015) – o desenvolvimento de um indivíduo resulta de um processo sociocultural, onde a linguagem e a aprendizagem exercem um papel fulcral, ou seja, a interação estabelecida entre o indivíduo e o seu meio sociocultural promove a aprendizagem e esta, por sua vez, conduz ao desenvolvimento (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). A abordagem colaborativa da aprendizagem, ou trabalho colaborativo, altera, assim, toda a natureza do processo de ensino-aprendizagem, do relacionamento professor-aluno, e do relacionamento aluno-aluno ao promover a interação, a comunicação, a cooperação e a colaboração (Santos, 2015).

As atividades inerentes à Saída de Campo concretizadas na intervenção envolveram o trabalho colaborativo, onde dois ou mais alunos trabalharam em conjunto para atingirem um objetivo comum. Neste caso, a formação de grupos heterogéneos facilita uma igualdade de oportunidades aos alunos, contribuindo para o sucesso da sua aprendizagem, uma vez que são tidas em atenção as características individuais de cada aluno quando se constroem os grupos (DEB, 1997).

Sendo os alunos sujeitos ativos no processo educativo, partindo-se do que eles já sabem e valorizando os seus saberes como fundamento de novas aprendizagens, reconhece-se em cada aluno um indivíduo ativo e integrante do seu processo educativo único. Por isso, é importante ter em conta que o mesmo vivenciou experiências que o moldaram, apresentando, assim, interesses definidos e curiosidades distintas (DEB, 1997). Consequentemente, a aplicação de uma determinada estratégia didática será muito mais rica para os alunos quando ocorre em grupos heterogéneos, visto que, trabalhando em grupos deste tipo, os alunos têm de aprender a trabalhar com colegas com quem não se identificam tanto, o que potencia o desenvolvimento da capacidade de interagir com tolerância e aceitação, empatia e responsabilidade, além de argumentar, negociar e aceitar diferentes pontos de vista, desenvolvendo novas formas de estar, olhar e participar.

3. ENQUADRAMENTO DIDÁTICO

3.1. Enquadramento Científico

Os conteúdos abordados ao longo desta intervenção correspondem ao tema IV do programa de Geologia de 11º ano – *Problemas e materiais do quotidiano* –, subtema 2 – *Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres* –, unidade 2.2 – *Magmatismo. Rochas Magmáticas* (Amador *et al.*, 2005).

Para uma abordagem mais significativa desta unidade de ensino, foi apresentado aos alunos um cenário real inicial relacionado com a matéria a trabalhar ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, com o objetivo de ser desenvolvido durante toda a intervenção, através de uma abordagem investigativa, culminando num trabalho final integrador de todos os conteúdos trabalhados.

Apresentam-se de seguida todos os assuntos abordados na unidade de ensino em questão, em concordância com o programa de Biologia e Geologia do 11º ano (Amador *et al.*, 2005).

3.1.1. Diversidade de Magmas

As rochas magmáticas ou ígneas são aquelas que são formadas pela “solidificação de rocha fundida” (Grotzinger *et al.*, 2006, p. 74), ou seja, pelo arrefecimento e cristalização do magma, material silicatado em estado de fusão misturado com gases e minerais diversos, que existe no interior da Terra, e que resulta da fusão de rochas em profundidade (Ferreira & Ferreira, 2008).

Por vezes, os magmas possuem algumas substâncias sólidas, cuja presença é explicada pelas diferentes temperaturas de fusão dos componentes da mistura; isto é, estes materiais sólidos possuem um ponto de fusão mais elevado do que a temperatura a que se encontra o magma (Dias *et al.*, 2004).

A formação de rochas magmáticas está, na grande maioria das vezes, relacionada com a mobilidade da litosfera e ocorre, geralmente, nos limites convergentes e divergentes das placas litosféricas. Estes limites correspondem a regiões onde as condições de pressão e temperatura permitem a fusão parcial das rochas da crosta e do manto superior, originando magmas (Baldaia *et al.*, 2010).

Em regiões tectónica e vulcanicamente ativas, o aumento da temperatura com a profundidade é muito rápido, podendo existir temperaturas da ordem dos 1000 °C na base da crosta (por volta dos 40 km de profundidade). Além das temperaturas elevadas,

a diminuição da pressão e a hidratação dos materiais constituintes da crosta e do manto, esta última muito ligada aos limites convergentes de placas em zonas de subducção, também contribuem para a sua fusão (Marshak, 2016).

Quer a diminuição da pressão resultante do movimento divergente das placas tectónicas que ocorre nas zonas de rifte, quer a diminuição da pressão que se verifica nas plumas térmicas (*hot spots* ou pontos quentes), ao atingirem níveis mais superficiais, conduzem à fusão das rochas, originando magmas. Este facto explica os fenómenos de magmatismo intraplaca (Dias *et al.*, 2004).

No caso da fusão por hidratação, a temperatura de fusão dos minerais da rocha baixa quando existe a presença de água, mesmo que os materiais mantélicos permaneçam à mesma temperatura e profundidade, já que a adição de água aos materiais rochosos desloca o ponto de fusão dos minerais para temperaturas mais baixas (Marshak, 2016).

Após a fusão da rocha, o magma, impulsionado pela sua menor densidade, tende a subir quando a pressão gerada pelas camadas suprajacentes é suficiente para abrir caminho em direção à superfície (Marshak, 2016). Nalguns casos, o magma consegue atingi-la ou fica muito próximo dela, originando o vulcanismo, e noutros casos, o magma não tem força suficiente para a atingir e acaba por se instalar no interior da crosta e consolidar em profundidade, originando o plutonismo (Ferreira & Ferreira, 2008). Por consolidação desses magmas, são geradas rochas extrusivas, ou vulcânicas, no primeiro caso, e rochas intrusivas, ou plutónicas, no segundo caso (Marshak, 2016).

Consoante o local onde as rochas magmáticas se formam, estas podem assumir aspetos diversificados no terreno que se chamam modos de jazida (Baldaia *et al.*, 2000).

Como já dito, as rochas magmáticas intrusivas formam-se quando o magma consolida em profundidade. Intrusões originadas por grandes massas de rocha magmática, procedentes de grandes profundidades, que se encaixaram entre as rochas suprajacentes chamam-se de plutões. Intrusões de grandes dimensões causadas por muitos plutões chamam-se de batólitos (Marshak, 2016). Por vezes os magmas que originam as intrusões encaixam-se entre rochas sedimentares, encurvando-se e tomando a forma de estruturas plano-convexas chamadas lacólitos (Baldaia *et al.*, 2000).

Os magmas ao movimentarem-se nas fendas das rochas encaixantes podem consolidar nessas fendas, formando filões, que apresentam dimensões e posições diversas relativamente a essas rochas encaixantes. Quando esses filões são verticais, designam-se por diques (Baldaia *et al.*, 2000).

Em consequência das condições da sua gênese e da variedade de magmas que as originam, as rochas magmáticas podem apresentar uma grande diversidade de aspetos, nomeadamente no que diz respeito à textura e à composição química e mineralógica (Baldaia *et al.*, 2010). Assim, estas propriedades refletem o modo como se formaram as rochas. No entanto, apesar da grande diversidade de rochas magmáticas que existe, todas elas provêm de três tipos fundamentais de magmas: basáltico, andesítico e riolítico.

Todos os magmas contêm na sua composição sílica e oxigénio, podendo ainda conter outros elementos em menores quantidades como alumínio, cálcio, sódio, potássio, ferro e magnésio, em ligação com o oxigénio. Para além destes constituintes, os magmas contêm ainda outros elementos, tais como a água, flúor, arsénio, cloro, boro ou fósforo que, embora existam em quantidades diminutas, desempenham um papel importante na formação dos minerais (Dias *et al.*, 2004).

A classificação dos magmas, para os geólogos, é feita com base no teor em sílica (SiO_2), podendo o magma classificar-se em riolítico ou félsico (é o magma mais ácido e rico em sílica, ultrapassando os 65% da sua composição, contendo uma grande quantidade de gases dissolvidos), andesítico (magma de composição intermédia, contendo cerca de 60% de SiO_2 , e tem uma componente gasosa significativa) e basáltico ou máfico (é o magma mais básico dos três e contém cerca de 50% de SiO_2 e uma pequena quantidade de gases dissolvidos). A natureza dos magmas resulta da composição dos materiais rochosos a partir dos quais se formam, sendo que os magmas que têm origem na crosta, mais rica em SiO_2 , terão uma composição mais ácida que os magmas com origem mantélica, serão mais básicos (Marshak, 2008). Deste modo, quer as temperaturas de fusão, quer a viscosidade de um magma vão depender da sua composição química: por exemplo quanto maior a componente silicatada de um magma, maior a sua viscosidade; assim, um magma riolítico é mais viscoso e um magma basáltico é mais fluido (Marshak, 2016).

Ao mesmo tempo, quanto menor a percentagem em sílica de um magma, maior a percentagem em ferro e magnésio. Deste modo, magmas basálticos têm uma maior componente de minerais ferromagnesianos, os quais apresentam cores escuras, designando-se por minerais máficos. Por sua vez, magmas riolíticos apresentam uma maior percentagem de minerais félsicos (feldspato + sílica), que são minerais de cores claras e pouco densos (Ferreira & Ferreira, 2008).

Estes três tipos de magmas formam-se em quantidades diversas. Cerca de 80% de todos os magmas emitidos pelos vulcões são de natureza basáltica, apenas 10% são de natureza andesítica e outros 10% de natureza riolítica (Baldaia *et al.*, 2007).

A diferente composição química dos magmas e o diferente modo de jazida levam à consolidação de diferentes rochas magmáticas. Assim, magmas basálticos originam basalto e gabro; magmas andesíticos originam andesitos e dioritos; e magmas riolíticos originam riólitos e granitos, sendo que a primeira rocha indica sempre a rocha intrusiva e a segunda a extrusiva (Dias, *et al.*, 2004).

Os magmas basálticos são expelidos, principalmente, ao longo dos riftes e dos pontos quentes, tendo-se originado diretamente a partir de rochas do manto, menos silicatadas que as rochas da crosta. Admite-se que o magma basáltico resulta da fusão parcial de uma rocha constituinte do manto, o peridotito, uma rocha ultrabásica. Esta tem uma composição próxima da do basalto, mas mais rica em minerais ferromagnesianos (Baldaia *et al.*, 2010).

Os magmas andesíticos formam-se, principalmente, nas zonas de subducção e relacionam-se com zonas vulcânicas. A composição destes magmas depende da quantidade e da qualidade do material do fundo oceânico subduto. Este material inclui água, sedimentos e uma mistura de material com origem quer na crosta oceânica, quer na crosta continental. Os sedimentos têm água retida nos poros e são ricos em minerais de argila, que contêm água na sua estrutura cristalina. Estes sedimentos aprofundam com a subducção, quando a placa se move para debaixo da outra placa, e hidratam os materiais constituintes do manto e da crosta mais funda, diminuindo o seu ponto de fusão, originando magmas andesíticos com composições diversas (Baldaia *et al.*, 2007).

Uma vez que este magma tem origem também em material proveniente da crosta, vai ser rico em SiO₂ do que o magma basáltico, que tem uma origem maioritariamente mantélica.

Os magmas riolíticos, por sua vez, originam-se a partir da fusão parcial das rochas constituintes da crosta continental. Assim, estes magmas tendem a ser muito ricos em gases, já que as rochas da crosta continental são ricas em água e dióxido de carbono. As zonas da Terra onde parecem existir as condições de pressão e temperatura e uma percentagem de água adequadas à génese de magmas riolíticos situam-se na crosta terrestre, em limites convergentes de placas continentais, dando origem a cadeias montanhosas. Nestes locais, a crosta terrestre deforma-se devido à ação das tensões

tectónicas, aumentando de espessura, com consequente aumento de pressão e de temperatura, criando as condições necessárias para que possa ocorrer o processo metamórfico e, muitas vezes, também à fusão parcial das rochas da crosta (Ferreira & Ferreira, 2008).

A compreensão da génese das rochas magmáticas é apoiada em estudos de campo e laboratoriais relativos ao contexto de ocorrência das rochas e à caracterização da sua composição mineralógica e textural (Baldaia *et al.*, 2010).

3.1.2. Consolidação de Magmas

Os minerais são os componentes básicos das rochas. Todos os minerais têm uma estrutura cristalina, isto é, são formados por átomos ou iões, dispostos ordenadamente numa estrutura tridimensional (Donaldson *et al.*, 1999).

Numa rocha magmática, a génese dos diferentes minerais que a constituem não é simultânea, porque os diferentes minerais têm diferentes temperaturas de cristalização (Baldaia *et al.*, 2010).

A formação e o desenvolvimento de cristais implicam determinadas condições do meio. Os principais fatores externos que condicionam a formação de cristais são: a agitação do meio em que se formam; o tempo; o espaço disponível; e a temperatura. Quanto mais calmo estiver o meio, quanto mais lento for o processo e quanto maior for o espaço disponível, mais desenvolvidos e perfeitos serão os cristais formados. As partículas vão-se organizando ordenadamente nas diferentes direções do espaço, o que determina um crescimento harmónico (Baldaia *et al.*, 2007).

A estrutura cristalina é formada por fiadas de partículas ordenadas regularmente segundo diferentes direções do espaço. Estas fiadas definem, assim, uma rede em que existem unidades que se repetem, e que constituem a malha elementar ou motivo cristalino. A estrutura cristalina implica, pois, uma disposição ordenada dos átomos ou iões, que formam uma rede tridimensional que segue um modelo geométrico regular e característico de cada espécie mineral (Baldaia *et al.*, 2010).

A importância da relação entre a composição química e a estrutura cristalina é bem ilustrada pelo facto de existirem minerais que, apesar de quimicamente iguais, diferem muito nas suas propriedades, por terem estruturas cristalinas diferentes – poliformismo –, dado serem formados em ambientes também eles diferentes (Ferreira & Ferreira, 2008). É o caso da grafite e do diamante que embora sejam ambos constituídos por átomos de carbono, formara-se em condições distintas (a grafite forma-se a baixas

pressões e o diamante a pressões muito elevadas), apresentando, por isso, formas cristalinas totalmente distintas (Dias *et al.*, 2004).

Ao mesmo tempo, existem minerais que, embora quimicamente diferentes, apresentam a estrutura interna idêntica e formas externas semelhantes, designando-se este fenómeno por isomorfismo (Baldaia *et al.*, 2007).

Em certos casos de substâncias isoformas, ocorre a substituição, na rede estrutural de um tipo de ião por outro ião diferente. Esta substituição é possível quando existe afinidade química entre essas partículas e se os raios iónicos intersubstituíveis forem semelhantes (Baldaia *et al.*, 2010). É mesmo possível que um ião seja substituído por outro em qualquer proporção, existindo combinações químicas intermédias, criando-se uma série isomorfa. É o caso, por exemplo, das plagioclases, um grupo de feldspatos, em que o Na^+ e o Ca^{2+} se podem intersubstituir em diferentes percentagens.

Se a composição química e a estrutura cristalina, em conjunto, estabelecem a identidade de um mineral, todas as restantes propriedades (clivagem, dureza, cor, brilho...) resultam da conjugação daquelas variáveis (Ferreira & Ferreira, 2008).

O estado cristalino constitui a organização normal de todos os corpos sólidos, desde que as condições ambientais o propiciem. Podem ser cristais maiores ou menores, com formas poliédricas mais ou menos perfeitas, ou mesmo ausentes, dependendo das condições em que tenha decorrido a cristalização (Baldaia *et al.*, 2010). Assim, as formas geométricas que os cristais apresentam, em condições de formação particulares, são condicionadas pela geometria da estrutura cristalina, embora esta exista sempre, independentemente do grau de perfeição dos cristais. Deste modo, os minerais podem ser classificados em: euédricos, quando estão totalmente limitados por faces bem desenvolvidas; subédricos, quando apresentam parcialmente faces bem desenvolvidas; ou anédricos, quando não apresentam qualquer tipo de faces (Donaldson *et al.*, 1999). Um cristal pode, então, ser definido como um sólido homogéneo de matéria mineral que, sob condições favoráveis de formação, pode apresentar superfícies planas e lisas, assumindo formas geometricamente regulares. No caso dos minerais anédricos, uma vez que não se formam cristais com formas geométricas regulares, diz-se que se formou uma estrutura amorfa ou vítrea, uma vez que os átomos ou iões que a constituem estão dispostos de uma forma totalmente aleatória (Dias *et al.*, 2004).

3.1.3. Diferenciação Magmática

A enorme diversidade de rochas magmáticas existente na Terra não é compatível com os poucos tipos magmáticos – existem apenas três tipos fundamentais de magmas, mas podem encontrar-se inúmeras famílias de rochas magmáticas (Baldaia *et al.*, 2010). Este facto é explicado por um conjunto de processos, ditos de diferenciação magmática, que permitem que um magma formado tenda a evoluir quimicamente, alterando a sua composição. Deste modo, um só magma pode originar diferentes tipos de rochas, visto ser constituído por uma mistura complexa que, ao consolidar, forma diferentes associações minerais. Assim se explica, por exemplo, que os granitos resultem não só da consolidação de magmas originalmente graníticos, mas também da consolidação de frações magmáticas graníticas derivadas de magmas basálticos (Ferreira & Ferreira, 2008).

O mais importante processo de diferenciação magmática é a cristalização fracionada, processo que traduz a formação sequencial dos minerais das rochas magmáticas, a partir do arrefecimento do magma, em função da temperatura de cristalização característica de cada um deles (Ferreira & Ferreira, 2008). De facto, numa rocha magmática, a génese dos diferentes minerais que a constituem não é simultânea, porque os diferentes minerais têm diferentes temperaturas de cristalização. Como a cristalização desses minerais ocorre a temperaturas diferentes, formam-se diferentes associações de cristais e um magma residual durante o processo de consolidação. A composição do líquido residual vai-se modificando conforme a temperatura vai diminuindo, podendo originar-se diferentes rochas magmáticas a partir do mesmo magma original. Pode, então, dizer-se que existe uma diferenciação magmática por cristalização fracionada, isto é, realizada em diferentes tempos e temperaturas (Baldaia *et al.*, 2010).

O cientista que primeiro compreendeu a importância da diferenciação magmática foi Bowen, no início do século XX. Bowen investigou a formação dos cristais e, em especial, a ordem pela qual eles cristalizam em magmas em arrefecimento, que, devido à cristalização sequencial dos seus constituintes, vão variando de composição (Baldaia *et al.*, 2007). Em trabalhos laboratoriais, estabeleceu sequência de reações que ocorrem no magma durante a sua diferenciação, criando uma série reacional:

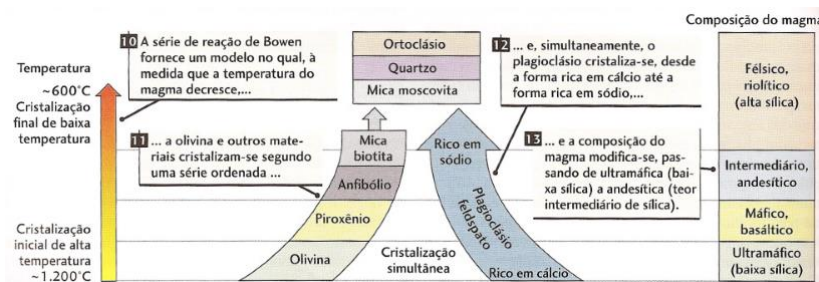


Figura 1. Série Reacional de Bowen (Grotzinger *et al.*, 2006)

Segundo Bowen, existem duas séries de reações que se designam, respetivamente, por série dos minerais ferromagnesianos ou série descontínua e série das plagioclases, ou série contínua. Estas séries descrevem fenómenos que ocorrem simultaneamente à medida que a temperatura do magma diminui (Baldaia *et al.*, 2007). Tratam-se de minerais originados, aproximadamente, entre os 1500°C e os 500°C, todos eles do grupo dos silicatos – formados à base de sílica – que estão divididos, segundo as afinidades químicas, nas duas séries, que convergem para os termos de menor temperatura de cristalização (Ferreira & Ferreira, 2008). A série descontínua reúne silicatos de ferro e magnésio e, durante o arrefecimento do magma, primeiro formam-se os minerais de olivina, cujo ponto de fusão é mais elevado, e posteriormente cristalizam as piroxenas, depois as anfíboles e, por fim, a biotite. Simultaneamente, na série contínua, formam-se as plagioclases, constituídas por minerais estruturalmente idênticos entre si, mas cujas composições químicas variam gradualmente – minerais isomorfos –, diferindo nos teores de cálcio e sódio. Assim, começa por se formar a anortite pura na série contínua, que tem todas as posições da rede cristalina destinadas a estes dois elementos ocupadas pelo cálcio, que vai sendo progressivamente substituído pelo sódio em todas as proporções, à medida que a temperatura vai diminuindo, acabando por formar albite pura, originando-se uma série de plagioclases contínua e sucessivamente mais rica em sódio (Baldaia *et al.*, 2010).

A temperaturas mais baixas, o magma residual formará feldspato potássico, moscovite e, por fim, quartzo, que cristaliza a temperaturas mais baixas, nos espaços existentes entre os cristais já formados (Dias *et al.*, 2004).

Durante o arrefecimento magmático, um dado mineral, uma vez formado, tem tendência a reagir com o líquido magmático residual, se permanecer em contacto com ele. Assim, será reabsorvido e, no seu lugar surgirá, a uma temperatura mais baixa, o termo seguinte da sua série. A sequência termina com a cristalização do quartzo se,

esgotados todos os outros componentes do magma, o líquido magmático final for exclusivamente constituído por sílica (Ferreira & Ferreira, 2008).

Dado que os primeiros minerais a cristalizar são, também, os mais densos, estes podem depositar-se, por gravidade, na base da câmara magmática, sendo preservados até ao final do processo de cristalização. Pelo contrário, o magma residual, composto por elementos mais leves, tende a acumular-se nas partes mais altas do reservatório, acabando por cristalizar aí, por ordem de temperaturas de cristalização e densidades, ajudado ainda pela ascensão de compostos voláteis, como vapor de água e dióxido de carbono. Esta diferenciação gravítica (por densidades) faz com que, terminada a cristalização de um magma, se possam encontrar em diferentes localizações, numa mesma câmara magmática, rochas de natureza diversa (Ferreira & Ferreira, 2008).

Isto explica como é que a partir de um único magma inicial se possa formar gabro (a partir dos minerais máficos, que cristalizam em primeiro lugar) e, a partir do magma residual, que fica então relativamente enriquecido em sílica, alumínio e potássio, se possam formar granito (a partir dos minerais félsicos, que têm um ponto de cristalização mais baixo). Nesta situação, o magma que originou o granito resultou de um processo de cristalização fracionada, a partir de um magma originalmente basáltico (Baldaia *et al.*, 2010).

Assim, segundo estes processos combinados – cristalização fracionada e diferenciação gravítica –, é possível que um magma parental basáltico possa produzir magmas diversificados, nomeadamente magmas riolíticos. Contudo, nem grandes volumes de magma riolítico, nem grandes corpos graníticos se podem formar por processos de cristalização fracionada, uma vez que apenas 10% de um magma de natureza basáltica pode diferenciar-se em magma riolítico (Baldaia *et al.*, 2010). Ora, como se sabe, os maciços graníticos atingem grandes enormes volumes na crosta continental, como é o caso do Complexo Ígneo de Sintra (Terrinha, 2003). Além disso, os granitos ocorrem sempre na crosta continental e, portanto, se a sua génese se relacionasse apenas com magmas basálticos, seria de esperar encontrá-los na crosta oceânica, onde os basaltos são mais comuns. Parece ser, pois, de aceitar para a génese da maioria dos granitos a hipótese de que grande parte resulta de magmas riolíticos provenientes da fusão parcial das rochas da crosta continental, num processo designado por assimilação magmática (Baldaia *et al.*, 2010). É esta a origem do Complexo Ígneo de Sintra (Terrinha, 2003).

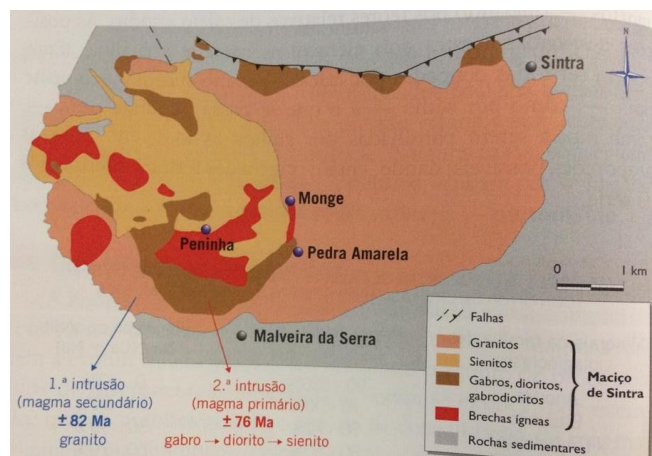


Figura 2. Carta geológica simplificada do complexo ígneo de Sintra e proposta para a origem das rochas plutónicas que o constituem: uma primeira intrusão granítica, com 82 milhões de anos, proveniente de um magma riolítico, e outra, mais recente, com 76 milhões de anos, formada a partir de um magma basáltico, que se terá diferenciado para originar gabros, dioritos e sienitos (Ferreira & Ferreira, 2008).

A assimilação magmática consiste na possibilidade de um magma incorporar e fundir rochas encaixantes, com as quais está contacta, o que leva a modificações na sua composição (Ferreira & Ferreira, 2008). Se o magma se encontra a uma temperatura superior à do ponto de fusão dos minerais dessas rochas, funde-os e, ao incorporá-los, altera a sua composição. Quando essa fusão não é completamente conseguida, o magma conserva os restos sólidos de tais rochas – encraves –, que se reconhecem após a consolidação magmática.

Outra causa de diferenciação magmática, menos significativa, é a mistura de magmas. Esta acontece entre materiais em estado de fusão, com diferentes composições químicas, como sucederá em zonas orogénicas (de formação de cadeias de montanhas) (Ferreira & Ferreira, 2008).

3.1.4. Diversidade de Rochas Magmáticas

As rochas magmáticas são classificadas de acordo com a sua textura e composição química e mineralógica (Marshak, 2016) e podem apresentar uma grande diversidade de aspetos, em consequência das diferentes condições de génese e da diversidade de magmas que as originaram (Dias *et al.*, 2004).

A velocidade a que um magma arrefece depende da profundidade, do tamanho e da forma do corpo magmático, da presença de fluídos circulantes e da viscosidade do magma. O tempo de arrefecimento influencia a textura da rocha magmática (Marshak, 2016).

Para os petrologistas, a textura de uma rocha magmática corresponde às relações geométricas estabelecidas entre os cristais constituintes dessa rocha ou com quaisquer materiais amorfos que possam estar presentes. A textura de uma rocha inclui as seguintes propriedades: cristalinidade (grau de cristalização) – corresponde à proporção relativa de cristais e de matéria vítrea; granulometria (tamanho relativo dos cristais); forma dos cristais; e relações e arranjos dos seus constituintes (Marshak, 2016).

Quanto à dimensão dos cristais, nas rochas magmáticas consideram-se dois tipos de texturas: a fanerítica ou granular, quando os cristais são relativamente desenvolvidos e visíveis e identificáveis à vista desarmada; e a afanítica ou agranular, quando os cristais só são visíveis ao microscópio petrográfico (Marshak, 2016). Na textura afanítica, os minerais podem apresentar-se todos cristalizados, mas apresentam dimensões muito pequenas, ou pode mesmo formar-se uma porção de matéria não cristalinizada e, nesse caso, o aspeto macroscópico da rocha é mais ou menos homogéneo (Baldaia *et al.*, 2010).

O arrefecimento lento do magma no interior da Terra permite que os cristais tenham tempo para se desenvolver, formando-se cristais de grandes dimensões e bem visíveis a olho nu. Deste modo, a textura fanerítica é específica das rochas intrusivas, como o granito. As rochas extrusivas formam-se, por sua vez, a partir de magmas que consolidam à superfície ou próximos dela, levando a um arrefecimento rápido. Assim, este tipo de rochas é caracterizado pela sua textura afanítica ou vítrea, causada pela impossibilidade de desenvolvimento de grandes cristais devido ao curto tempo de arrefecimento do magma (Grotzinger *et al.*, 2006).

No entanto, há rochas de textura afanítica que apresentam alguns cristais visíveis à vista desarmada. Este tipo de textura reflete, deste modo, dois tempos de cristalização: alguns minerais individualizaram-se num primeiro tempo e apresentam-se mais desenvolvidos (megacristais ou fenocristais), enquanto os restantes formam uma massa microcristalina ou mesmo vítrea (Baldaia *et al.*, 2007), constituindo uma matriz afanítica (Marshak, 2016). O caso destas texturas é sintomático; os fenocristais formaram-se em profundidade, lentamente, em condições de cristalização mais favoráveis, e quando o magma atingiu a superfície, cristalizaram todos os outros, praticamente ao mesmo tempo. Estes dois tempos de cristalização, muito bem marcados em rochas com esta característica, são uma excelente evidência de cristalização fracionada, em que os cristais maiores, cristalizaram primeiro e a maiores temperaturas, por terem uma temperatura de cristalização superior à dos cristais mais pequenos, que

cristalizaram depois, quando o magma atingiu a superfície e arrefeceu (Ferreira & Ferreira, 2008).

Relativamente à composição química e mineralógica das rochas magmáticas, estas são, como já referido, constituídas essencialmente por silicatos. Por convenção, e porque o oxigénio é o elemento mais abundante, é usual exprimirem-se as variações dos componentes em termos de óxidos. O óxido mais abundante é a sílica, SiO_2 , sendo ela que condiciona, fundamentalmente o tipo de rocha magmática que se forma (Baldaia *et al.*, 2010). Assim, consideram-se, de acordo com a percentagem em sílica, os vários tipos de rocha magmática, que derivam, naturalmente, do quimismo do próprio líquido magmático que esteve na sua origem: rochas ácidas ($\text{SiO}_2 > 70\%$) – rochas ricas em sílica; rochas intermédias ($50\% > \text{SiO}_2 > 70\%$) – rochas com teor moderado de sílica; rochas básicas ($45\% > \text{SiO}_2 > 50\%$) – rochas pobres em sílica; rochas ultrabásicas ($\text{SiO}_2 < 45\%$) (Ferreira & Ferreira, 2008).

Uma das propriedades que permitem compreender macroscopicamente a composição mineralógica das rochas é a tonalidade geral que estas apresentam. Minerais como o quartzo, feldspatos e moscovite são minerais ricos em sílica e alumínio, sendo pouco densos e apresentando cores claras, chamando-se minerais félsicos. Estes minerais, quando são os predominantes na rocha, como acontece no caso das rochas ácidas (resultantes da consolidação de magmas riolíticos), conferem-lhe uma cor clara, chamando-se a essas rochas de leucocratas (Baldaia *et al.*, 2010).

A biotite, as piroxenas, as anfíbolas e a olivina, pelo facto de serem minerais ricos em ferro e magnésio, apresentam cores escuras e são designados de minerais máficos. Se os minerais predominantes na rocha forem máficos, o que acontece nas rochas básicas (resultantes da consolidação de magmas basálticos), as rochas resultantes designam-se por melanocratas (Baldaia *et al.*, 2010).

As rochas que apresentam percentagens mais ou menos semelhantes de minerais máficos e de minerais félsicos, resultantes de magmas intermédios (andesíticos), apresentam uma coloração também ela intermédia, e designam-se por rochas mesocratas (Ferreira & Ferreira, 2008).

A cor das rochas magmáticas varia, assim, consoante a sua composição química: a quantidade de sílica tende a variar inversamente com a quantidade de ferro e magnésio, de tal forma que as rochas mais silicatadas (resultantes de magmas mais ácidos) têm, em regra, menor quantidade de minerais ferromagnesianos, sendo, por isso, mais claras (Ferreira & Ferreira, 2008).

Outro aspeto a considerar, no que diz respeito à mineralogia deste tipo de rochas, é a distinção entre minerais essenciais e minerais acessórios. Os primeiros são aqueles que caracterizam uma dada rocha, porque nela estão sempre presentes (são os minerais essenciais que conferem cor à rocha, por exemplo). O quartzo, por exemplo, é um mineral essencial do granito, isto é, qualquer que seja a variedade de granito, independentemente da sua proveniência, tem de conter quartzo. O mesmo não se pode dizer deste mineral, relativamente a um diorito, ainda que ele possa ocorrer nesta rocha; é, portanto, um mineral acessório, no diorito (Ferreira & Ferreira, 2008). Os minerais acessórios não afetam o aspeto fundamental da rocha, ocorrendo em quantidades diminutas e geralmente só são identificados ao microscópio.

Tendo em consideração a composição mineralógica, a composição química e a cor das rochas magmáticas, podem formar-se agrupamentos destas rochas chamados famílias (Baldaia *et al.*, 2007). Nas diversas famílias existem rochas plutónicas, com texturas faneríticas, e rochas vulcânicas, com a mesma composição, mas com texturas afaníticas.

A diversidade de rochas das diferentes famílias apresenta aspetos macroscópicos e aspetos microscópicos muito variados. Apresentam-se, de seguida, alguns aspetos das famílias das rochas magmáticas mais comuns (Baldaia *et al.*, 2010):

- Família do granito: granito – rocha com textura fanerítica, leucocrata, com menos de 25% de minerais máficos, e podendo atingir os 30% de quartzo. Os minerais mais abundantes são os feldspatos, como a ortoclase, dominantes relativamente às plagioclases; riólito – rocha afanítica leucocrata, com a mesma composição do granito.

- Família do diorito: diorito – rocha com textura fanerítica, mesocrata, com 35 a 55% de minerais máficos, com ou sem quartzo. Os feldspatos constituem quase metade da composição da rocha, com as plagioclases dominantes relativamente à ortoclase; andesito – rocha afanítica mesocrata, com a mesma composição do diorito.

- Família do gabro: gabro – rocha com textura fanerítica, melanocrata, com 50 a 85% de minerais máficos, e sem quartzo. As plagioclases são os únicos feldspatos, e as plagioclases cálcicas dominam sobre as sódicas; basalto – rocha afanítica melanocrata, com a mesma composição do gabro; peridotito – rocha fanerítica holomelanocrata, composta quase exclusivamente por minerais ferromagnesianos, contendo muitas vezes uma grande quantidade de olivina e piroxenas.

Os feldspatos potássicos são minerais que só existem em certas famílias. São característicos da família dos granitos, tendo uma representatividade quase

insignificante em algumas famílias, como na do diorito, e desaparecendo nas rochas melanocratas. As plagioclases encontram-se em todas as rochas magmáticas, embora se verifique um predomínio dos termos mais sódicos nas rochas leucocratas, sendo substituídos progressivamente pelos termos mais ricos em cálcio nas rochas melanocratas (Baldaia *et al.*, 2010).

A relação entre a composição química e mineralógica, a cor e a textura das rochas magmáticas pode resumir-se no quadro seguinte (Figura 3), onde figuram, a par dos minerais constantes das séries de Bowen – os mais comuns nestes tipos de rochas –, os seis tipos rochosos principais – três plutónicos e os correspondentes equivalentes vulcânicos – e, ainda, o peridotito, constituinte do manto, mas raro na crosta:

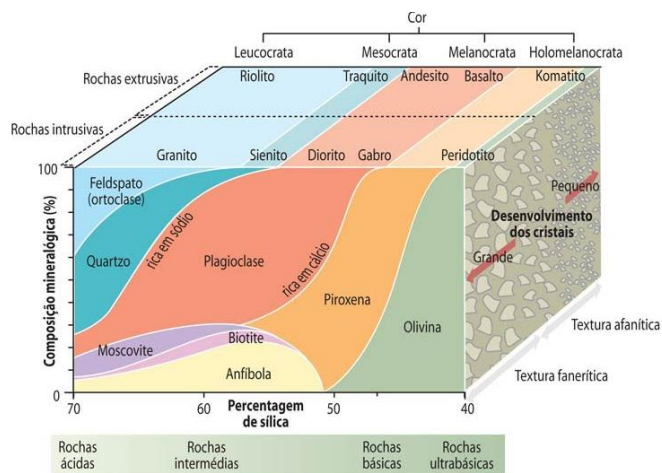


Figura 3. Classificação das rochas magmáticas (Dias *et al.*, 2004)

Da análise do quadro, destacam-se os seguintes dados mineralógicos:

- O quartzo, o feldspato potássico, as plagioclases sódicas e a moscovite são minerais comuns nas rochas mais ricas em sílica;
- À medida que a quantidade de sílica diminui, aumenta a quantidade de minerais ferromagnesianos;
- As plagioclases, nas rochas mais pobres em sílica, são cálcicas em vez de sódicas;
- Dos minerais ferromagnesianos, a biotite e as anfíbolas são mais comuns nas rochas ácidas, e as piroxenas e as olivinas são mais comuns nas rochas básicas.

As rochas magmáticas que vêm sendo referidas surgem na natureza em quantidades muito diferentes. Os granitos e os basaltos são, de longe, as mais abundantes, ao passo que os riólitos e os gabros são as menos frequentes. Este facto explica-se pela diferença de comportamento dos magmas, em função da sua composição

química: os mais ricos em sílica são mais viscosos, o que lhes reduz a mobilidade e dificulta a sua chegada à superfície; daí a abundância de rochas ácidas formadas em profundidade – granitos. O contrário se passa com os magmas empobrecidos em sílica que, são mais fluídos e, por isso, quase sempre originam vulcanismo, formando, portanto, basaltos.

3.1.5. Caso específico do Complexo Ígneo de Sintra

A serra de Sintra, classificada pela UNESCO como Património da Humanidade, na categoria de Paisagem Cultural, é também um local de grande relevância do ponto de vista geológico, uma vez que o Complexo Ígneo de Sintra constitui um dos melhores locais, a nível nacional, para ensinar Geologia, encontrando-se aqui diversas rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas que, no seu conjunto, contam uma história. Nesta história geológica assume particular importância a interpretação das estruturas que aqui se encontram e que explicam a forma como as diferentes rochas se encontram atualmente no terreno (Leal & Kullberg, 2015). Tanta é a variedade de tipos de rochas aqui representadas, que o geólogo e mineralogista francês Alfred Lacroix a apontou como uma “joia da petrografia”.

Com cerca de 10 km de comprimento por 5 de largura e um perfil acidentado, este maciço, que deve a sua origem a um fenómeno de intrusão magmática, prolonga-se mar adentro e sobressai da planura envolvente como uma elevação cujo ponto mais alto ultrapassa os 500 m de altitude (Galopim de Carvalho, 2016).

Para explicar a sua formação, recuam-se no tempo cerca de 95 milhões de anos, quando toda esta região e grande parte do território a Oeste do país, não existia como terra emersa. Tudo aqui era um mar pouco profundo, de águas límpidas e mais quentes do que as atuais (Galopim de Carvalho, 2016). As Placas Euro-Asiática e Norte-Americana ainda se encontravam próximas e o Oceano Atlântico era ainda embrionário, insinuando-se, de Sul para Norte, um braço de mar que constituía a Bacia Lusitânica, onde se tinham depositado formações sedimentares durante o Mesozóico, em meio marinho relativamente profundo. Foi devido ao preenchimento da bacia por sedimentos e a variações do nível do mar que o ambiente de deposição evoluiu sucessivamente, no decurso do Mesozóico, para marinho menos profundo, recifal, laguno-marinho, fluvial e lacustre¹.

¹ <http://www2.icnf.pt/portal/icnf/noticias/eventos/dia-pnsc>

Assim, o substrato rochoso deste mar era constituído por uma série de camadas de rochas sedimentares com grande espessura, incluindo calcários, arenitos, argilitos e conglomerados. Nesta série, iniciada há cerca de 160 milhões de anos, no Jurássico superior, os depósitos mais modernos são os calcários acumulados no referido mar, que rondam os tais 95 milhões de anos (início do Cretácico superior) (Palacios & Matos Alves, 1997).

Por baixo desta série sedimentar encontravam-se as rochas antigas (com mais de 280 milhões de anos), na sua maioria granitos e xistos, que formam a ossatura de Portugal e de toda a Península Ibérica.

Relacionada com a abertura do Oceano Atlântico e do golfo da Biscaia, a cerca de 35 km abaixo da superfície, na fronteira crosta-manto, concentrara-se um importante foco de calor vindo da profundidade (originando um *hotspot*), que começou a derreter os referidos granitos e xistos da crosta, transformando-os num magma ascendente. Acontece que havia aqui uma falha geológica, com orientação sensivelmente E-W, que atravessava a crosta, criando, assim, uma zona de fraqueza favorável à ascensão do magma (Galopim de Carvalho, 2016).

Na sequência da subida deste magma, as camadas sedimentares suprajacentes (na sua maioria calcários) foram sendo elevadas, formando uma abóbada, no interior da qual o magma foi subindo, arrefecendo e solidificando (o que aconteceu há cerca de 85 milhões de anos), elevando-se bem acima do nível do mar. Durante a sua formação e ascensão, o magma foi fundindo parte das rochas com as quais contactava, alterando a sua composição. Geraram-se, assim, vários tipos de líquidos magmáticos que originaram outros tantos tipos de rochas, com destaque para o granito, o sienito, o diorito, o gabro, o mafraíto, e algumas brechas ígneas, bem como rochas filonianas tais como traquitos, microssienitos, microdioritos e microgranitos (Galopim de Carvalho, 2016) (Matos Alves, 1994).

Como é regra da natureza, sempre que uma porção de terreno se eleva, a erosão começa a desgastá-lo. Assim, ao longo dos milhões de anos que se seguiram, a cúpula que se formou foi sendo desgastada até à dimensão que hoje apresenta, e o seu miolo magmático ficou a descoberto, formando-se uma Serra sobretudo granítica e, mais para ocidente, sienítica. Os calcários e as outras rochas sedimentares da cobertura Jurássica e Cretácica ficaram confinadas à periferia (Galopim de Carvalho, 2016).

A figura 4 apresenta, de forma esquemática e sucinta, o processo de formação da Serra de Sintra.

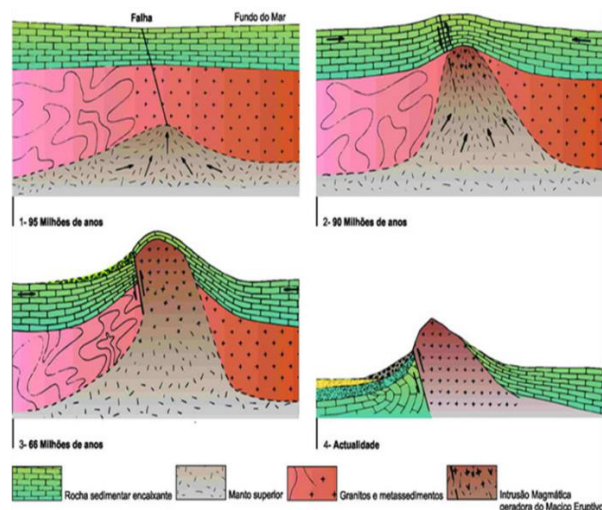


Figura 4. Formação da Serra de Sintra (adaptação de Galopim de Carvalho, 1982)

As rochas magmáticas geradas, há cerca de 80 milhões de anos, levaram à metamorfização das formações sedimentares do Mesozóico, originando as rochas metamórficas hoje observáveis, que correspondem a um estreito anel de corneanas calcossilicatadas, presentes sobretudo a sul e leste do maciço de Sintra, que resultaram do metamorfismo de contacto desenvolvido durante a intrusão nas rochas carbonatadas do Jurássico superior que servem de encaixante magmático. São exemplos o “Xisto do Ramalhão” e o “Cálcario de S. Pedro”.²

A Figura 5 representa um corte geológico simplificado da região.

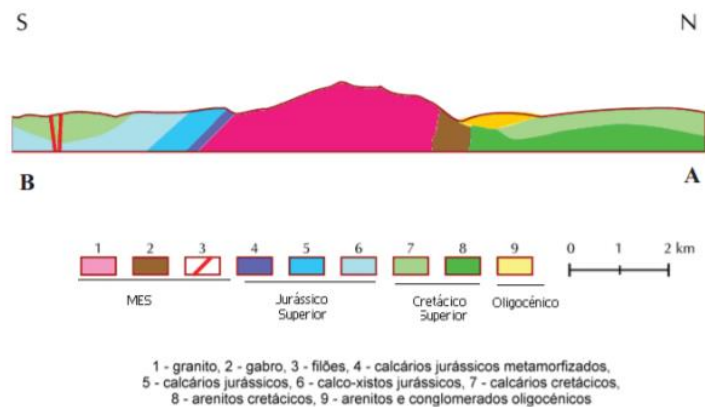


Figura 5. Corte geológico simplificado da Serra de Sintra (adaptado de Ribeiro, 1940)

3.2. Enquadramento Curricular

A componente de Geologia do Programa de Biologia e Geologia para o 11º ano de escolaridade engloba apenas um tema: Tema IV) Geologia, problemas e materiais do quotidiano. Os restantes temas – I) A Geologia, os geólogos e os seus métodos; II) A Terra, um planeta muito especial; III) Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera

² <http://www2.icnf.pt/portal/ap/p-nat/pnsc/geo>

– pertencem todos à componente programática de Geologia para o 10º ano de escolaridade (Amador *et al.*, 2005). Deste modo, a PES recaiu sobre o Tema IV de Geologia, sendo que este engloba três subtemas: 1) Ocupação antrópica e problemas de ordenamento; 2) Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres; e 3) Exploração sustentada de recursos geológicos.

Devido à extensão dos conteúdos programáticos da componente de Geologia para o 11º ano de escolaridade, e devido ao facto do tempo para a intervenção ser limitado, esta centrou-se no subtema 2 *Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres*, unidade 2.2 *Magmatismo. Rochas Magmáticas* (Amador *et al.*, 2005).

Na Figura 6 é apresentada a carta de exploração de todo o subtema 2, proposta pelo Ministério da Educação (Amador *et al.*, 2005), onde se verifica que a sua abordagem visa dar resposta a algumas situações-problema sugeridas pelo programa. No entanto, na intervenção, a situação-problema foi substituída por um cenário inicial que teve como objetivo o desenvolvimento de um trabalho de investigação por parte dos alunos, onde explorassem todos os conteúdos incluídos na unidade *Magmatismo. Rochas Magmáticas*. De facto, o programa refere que o professor tem liberdade para definir qualquer outra situação-problema que lhe pareça adequada ao tema a lecionar, desde que procure uma abordagem coerente relativamente aos objetivos definidos (M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005).

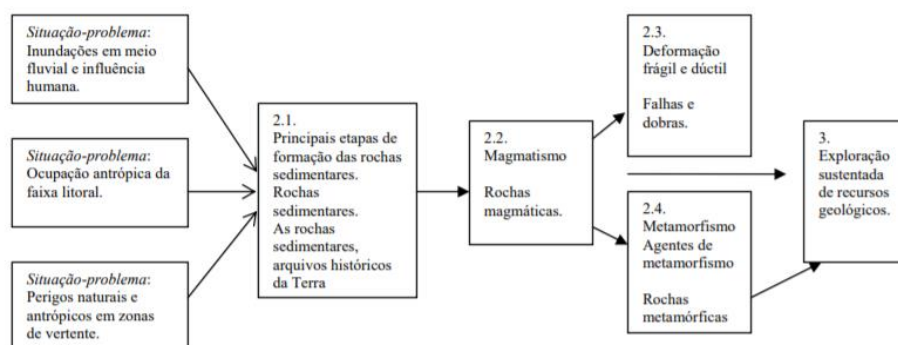


Figura 6. Carta de exploração do subtema «Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres» (M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005)

3.2.1. Conteúdos trabalhados

O Programa de Geologia para o 11º ano de escolaridade (Amador *et al.*, 2005) aponta alguns objetivos de aprendizagem gerais, centrais para o desenvolvimento do

tema em causa, de entre os quais são destacados os seguintes: compreender os princípios básicos do raciocínio geológico; interpretar alguns fenómenos naturais com base no conhecimento geológico; aplicar os conhecimentos geológicos adquiridos a problemas do quotidiano, com base em hipóteses explicativas e em pequenas investigações; desenvolver atitudes de valorização do património geológico; valorizar o papel do conhecimento geológico na Sociedade atual; fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente.

Este programa (Amador *et al.*, 2005) sugere ainda que, durante a lecionação do subtema 2, sejam abordados factos, conceitos, modelos e teorias de maneira a que os alunos os possam conhecer, compreender e saber usar. É ainda explícito no programa que esta abordagem deve ser feita em paralelo com o desenvolvimento de conteúdos procedimentais e atitudinais no decorrer das aulas, tal como se pode verificar no Quadro 1, que se refere explicitamente à unidade trabalhada nesta intervenção.

Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar
<p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p> <p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p> <p>Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.</p>	<p>Reconhecer as contribuições da geologia nas áreas da: prevenção de riscos geológicos, ordenamento do território, gestão de recursos ambientais e educação ambiental.</p> <p>Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas.</p> <p>Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.</p> <p>Assumir atitudes de rigor e</p>	<p>Composição dos magmas (pobres em sílica, ricos em sílica, magmas com composição intermédia).</p> <p>Diferenciação magmática/cristalização fracionada.</p> <p>Minerais. Matéria cristalina.</p> <p>Isomorfismo e polimorfismo.</p> <p>Rochas magmáticas, plutónicas e vulcânicas (basalto, gabro, andesito, diorito, riólito, granito). Caracterização com base na cor, na textura (granular e agranular) e na composição mineralógica e química.</p>

<p>flexibilidade face a novas ideias.</p> <p>Ver, na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p> <p>Assumir atitudes de defesa do património geológico.</p>

Quadro 1. Conteúdos programáticos da unidade “Magmatismo. Rochas Magmáticas” (adaptado de M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005)

Ao mesmo tempo, as aprendizagens essenciais correspondentes à unidade trabalhada passam por saber explicar texturas e composições mineralógicas de rochas magmáticas com base nas suas condições de génese; classificar rochas magmáticas com base na composição química (teor de sílica), composição mineralógica (félsicos e máficos) e ambientes de consolidação; caracterizar basalto, gabro, andesito, diorito, riólito e granito com base na cor, textura, composição mineralógica e química; relacionar a diferenciação magmática e a cristalização fracionada com a textura e composição de rochas magmáticas; distinguir isomorfismo de polimorfismo, dando exemplos de minerais; e identificar laboratorialmente rochas magmáticas em amostras de mão e/ou no campo em formações geológicas.³

O programa de geologia apresenta ainda algumas propostas metodológicas para a abordagem destes conteúdos, entre as quais se destacam: as atividades práticas suscitadas por situações-problema abertas que favoreçam a explicitação das conceções prévias dos alunos; a formulação e confrontação de hipóteses; a planificação e realização de atividades experimentais; a utilização das TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação) como suporte na pesquisa de informação; e o trabalho cooperativo, “promovendo um clima de diálogo e de participação, dando a oportunidade aos alunos de explicitar as suas ideias e tornando-os conscientes das suas conceções e

³ Cf. http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_biolgia_e_geologia.pdf (consultado a 20.6.2019)

das dos colegas (...)” oferecendo a possibilidade de “as confrontar entre si e em simultâneo com os modelos científicos, fornecendo deste modo as condições necessárias para que se verifique uma evolução nas suas representações mentais” (M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005, p. 22).

É enfatizada, ainda, “a possibilidade de aplicação dos conceitos estudados a situações concretas” (M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005, pp. 21, 22), destacando-se a realização de atividades de campo que devem ser encardas como “acontecimentos contextualizados e perfeitamente integrados nos currículos, dando continuidade ao que se faz na sala de aula”, integrando ainda “as questões de segurança e certos princípios éticos de atuação do geólogo no campo” (M.E. Departamento de Ensino Secundário, 2001, pp. 12, 13). Esta sugestão foi tida em conta ao longo da intervenção, tendo sido seguida de modo a promover nos alunos o desenvolvimento das competências apresentadas no Quadro 1.

3.3. Proposta Didática

As atividades que integram a proposta didática apresentada foram desenvolvidas principalmente sob princípios construtivistas, que se concretizam através de metodologias que supõem um papel ativo do aluno no processo de ensino-aprendizagem, sendo ele o principal construtor das suas próprias aprendizagens (Osborne, 2010), assumindo o professor um papel dinamizador e facilitador dessas mesmas aprendizagens, através do envolvimento dos alunos no planeamento das atividades (Amador et al., 2001), com o objetivo de tentar despertar a sua curiosidade e a motivação, para que desenvolvam o seu próprio pensamento ou raciocínio (Hohenstein & Manning, 2010).

A abordagem construtivista dirigiu também a construção do programa de Geologia do Ensino Secundário (M.E. Departamento de Ensino Secundário, 2001, p. 16). Desse modo, seguiu-se durante a elaboração de toda a proposta didática uma linha orientadora que permitisse responder às finalidades que presidiram à elaboração desse mesmo programa (Amador *et al.*, 2005), entre as quais se salientam: a aprendizagem das ciências como um processo ativo, em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento; a ligação entre conhecimentos que os alunos possuem previamente e os novos conhecimentos; o desenvolvimento de atividades práticas de carácter experimental, investigativo e de campo, que desempenham um papel essencial na aprendizagem das ciências; a orientação de atividades práticas dos alunos

através de situações-problema, que suscitem o seu interesse e facilitem as conexões com os seus conhecimentos prévios, estruturando novos saberes; uma diversificação nos tipos de avaliação utilizados, de modo a que esta possa ser entendida como uma oportunidade para introduzir correções no processo de ensino-aprendizagem; e a apresentação da Ciência como um conhecimento em construção, dando-se particular importância ao modo de produção de conhecimentos, explorando, ao nível das aulas, a investigação científica. Deste modo, as atividades desenvolvidas sob a perspetiva construtivista pretendem, ainda, aproximar a ciência escolar da ciência desenvolvida pelos cientistas (Osborne, 2010) e envolver os alunos em questões que afetam, atualmente, a sociedade, visando a promoção de competências que permitam que eles se tornem cidadãos mais informados e autónomos.

Ao mesmo tempo, com base nos conteúdos procedimentais propostos pelo Ministério de Educação (M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005) para o subtema em questão (Quadro 1), percebeu-se que uma das melhores formas de trabalhar a unidade didáctica escolhida seria através de uma atividade investigativa baseada numa Saída de Campo, em que os alunos tivessem a possibilidade de construir e explorar a sua própria situação-problema, podendo ir ao campo observar o seu objeto de estudo.

3.3.1. Planificação a Médio Prazo

A intervenção em causa teve início a 12 de março de 2019 e terminou a 5 de abril de 2019, tendo a pré-saída ocorrido no dia 24 de fevereiro. Neste período foram lecionadas, no total, doze aulas (três aulas de 120 minutos, oito aulas de 60 minutos e uma saída de campo com a duração de cerca de seis horas, realizada a 22 de março). Nos dias 14 de março e 1 e 2 de abril, não houve aulas. A entrega e apresentação dos trabalhos investigativos ocorreram nos dias 4 e 5 de abril.

Foi a partir do modelo em espiral proposto por Orion (1993) para a implementação de saídas de campo como parte integrante do currículo de Ciências, que toda a proposta didáctica destinada a esta intervenção foi planificada. Deste modo, esta é constituída por três etapas – a pré-saída, a saída e a pós-saída – segundo a subsequente planificação:

- Aulas de 12 a 21 de março: Aulas de Pré-Saída
- 22 de março: Saída de Campo
- Aulas de 25 de março a 5 de abril: Pós-Saída

A intervenção iniciou-se logo deste o início com a explicação aos alunos daquilo que iria ser feito ao longo das três semanas seguintes: cada grupo teria de desenvolver uma questão investigativa relacionada com o magmatismo do Complexo Ígneo de Sintra, a qual teria de ser respondida durante o processo investigativo e apresentada posteriormente através de um póster científico, primeiramente em sala de aula aos professores e colegas e numa segunda fase na Feira da Ciência do Colégio a toda a comunidade escolar.

Deste modo, a unidade didática iniciou-se com o estudo da consolidação de magmas e formação de cristais (os minerais e a matéria cristalina), abordando-se, depois, os diversos tipos de magma e passando daí para os diversos processos de diferenciação magmática. Depois disso, procedeu-se ao estudo dos diversos tipos de rochas magmáticas propostos pelo programa da disciplina (Amador *et al.*, 2005), fazendo-se a sua caracterização com base na cor, na textura e na composição mineralógica e química. Ao mesmo tempo que os conteúdos programáticos foram sendo trabalhados em sala de aula, fez-se sempre desde o início da intervenção o paralelismo entre os mesmos e aquilo que acontece no Complexo Ígneo de Sintra, de modo a contextualizar os alunos para o trabalho investigativo a desenvolver e a relacionar os saber teóricos com a realidade envolvente.

No total foram planeados seis tipos de atividades a serem desenvolvidas durante toda a intervenção: uma atividade laboratorial, uma aula de observação de rochas magmáticas em amostra de mão, um jogo didático, uma atividade investigativa, uma saída de campo e as apresentações orais.

Apresenta-se, no Quadro 2, uma planificação geral com as datas das aulas e os respetivos sumários:

Dia	Aulas (min.)	Sumários
12 de março	120	Início do estudo do magmatismo: os minerais e a matéria cristalina.
14 de março	60	<i>English Mock Test</i> (teste do colégio)
15 de março	60	Diversidade de magmas e diferenciação magmática.
18 de março	60	Aula autónoma de pesquisa sobre o Complexo Ígneo de Sintra.
19 de março	120	Diversidade de rochas magmáticas: observação e análise de rochas em amostra de mão.
21 de março	60	Análise das cartas geológicas da região de Sintra. Preparação da atividade de campo.

22 de março	-----	Saída de Campo.
25 de março	60	Aula autónoma de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.
26 de março	120	Resolução e correção de exercícios de aplicação da matéria. Trabalho autónomo de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.
28 de março	60	Aula autónoma de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.
29 de março	60	Continuação do trabalho da aula anterior.
1 e 2 de abril	-----	Aulas lecionadas pelo professor cooperante.
4 de abril	60	Início das apresentações dos pósteres científicos.
5 de abril	60	Continuação das apresentações dos pósteres científicos.

Quadro 2. Plano geral da intervenção

3.3.2. Fundamentação Didática

Com base nas teorias de aprendizagem explicadas no Enquadramento Teórico deste relatório, as metodologias e estratégias de ensino a seguir descritas foram pensadas e criadas com o intuito de possibilitar o desenvolvimento das competências acima mencionadas, tendo em conta as perspetivas construtivistas.

A principal estratégia didática implementada durante esta intervenção foi a atividade prática do tipo investigativo, centrada numa saída de campo. Esta foi apresentada aos alunos logo desde o início da intervenção, servindo de fio condutor às aprendizagens realizadas ao longo das aulas. Assim, os objetivos da PES prenderam-se sobretudo no desenvolvimento de competências a nível do conhecimento substantivo, procedimental, epistemológico, atitudinal e de linguagem, apresentadas no Quadro 3.

Conhecimento Substantivo	<p>Conceitos que os alunos devem conhecer, compreender e usar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Magma. Composição magmática (com base no teor em sílica). Magmas basálticos, andesíticos e riolíticos. - Diferenciação magmática. Cristalização fracionada. Séries contínua e descontínua de Bowen. Diferenciação gravítica. Assimilação magmática. Mistura de magmas. - Ponto de fusão e temperatura de cristalização. - Minerais. Matéria cristalina. Cristais euédricos, subédricos e anédricos. Isomorfismo e polimorfismo. Minerais essenciais e acessórios. Minerais félsicos e máficos. Minerais ferromagnesianos e aluminossilicatos. - Rochas magmáticas, plutónicas/ intrusivas e vulcânicas/ extrusivas (basalto, gabro, andesito, diorito, riólito, granito). Rocha leucocrata, mesocrata e melanocrata. - Textura granular/ fanerítica, agranular/ afanítica e vítrea.
---------------------------------	---

Conhecimento Processual	<ul style="list-style-type: none"> - Problematizar e formular hipóteses - Observar e interpretar dados de campo - Pesquisar em fontes bibliográficas de forma autónoma – organizando, seleccionando e tratando informação - Planear e realizar investigações teoricamente enquadradas - Trabalhar e tomar decisões em grupo - Argumentar/ debater - Prever acontecimentos com base em evidências e conhecimentos prévios - Refletir e apresentar conclusões - Desenvolver competências de comunicação
Conhecimento Epistemológico	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a Geologia como ciência histórica e narrativa - Reconhecer o carácter interpretativo/hermenêutico da Geologia - Reconhecer a importância do papel do geólogo na sociedade - Reconhecer a importância de tomadas de decisões informadas e baseadas em dados científicos - Reconhecer a importância da literacia científica dos cidadãos
Linguagem	<ul style="list-style-type: none"> - Discursar de forma clara e adequada, utilizando terminologia cientificamente correta - Argumentar e justificar ideias - Debater de forma coerente - Utilizar esquemas/fotografias/imagens para apoiar o texto/discurso
Atitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver interesse e consciência ambiental e social - Assumir atitudes de defesa do património geológico - Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias - Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo - Refletir criticamente sobre o trabalho - Aceitar o erro e/ou crítica - Ver na investigação científica, também, um contributo importante na resolução de muitos problemas do quotidiano - Assumir opiniões suportadas com bases científicas

Quadro 3. Competências a desenvolver pelos alunos ao longo da PES (adaptado de M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005)

A atividade investigativa iniciou-se com a apresentação de um cenário inicial real, onde foram apresentadas informações acerca do local a visitar, através do qual foi dada os alunos a oportunidade de desenvolver uma opinião cientificamente fundamentada. Toda a atividade foi desenvolvida de modo a ter como ponto central uma saída de campo – fundamental para que os alunos pudessem, entre outros aspetos, aplicar os conceitos estudados em sala de aula a situações reais, através da observação do seu objeto de estudo, e interpretar alguns fenómenos naturais com base no conhecimento geológico (M.E. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2005) –, e a partir daí desenvolveram-se tarefas de pré e pós saída que consistiram, respetivamente, na fase de formação de grupos de trabalho, na elaboração das questões investigativas e na preparação da saída de campo, e em pesquisa bibliográfica para responder à questão investigativa inicial. Foi ainda realizada a apresentação dos trabalhos investigativos sob a forma de apresentação oral de um póster

científico, onde os alunos puderam expor, justificar e discutir entre si os trabalhos desenvolvidos.

A saída de campo realizada desempenhou um papel absolutamente fulcral ao longo de toda a intervenção, ao permitir a abordagem dos conteúdos lecionados até então, o contacto com o meio envolvente, e a estimulação do espírito crítico dos alunos perante o que observaram, integrando saberes (Galvão *et al.*, 2006) adquiridos em sala de aula. Do mesmo modo, a saída teve também um papel central nesta intervenção, sendo que todas as atividades didáticas desempenhadas antes da mesma convergiram para esse momento, e todo o desempenho nas atividades realizadas nas aulas que se seguiram à saída derivaram da mesma. Assim, a planificação da saída de campo foi feita tendo em conta a estratégia em espiral proposta por Orion (1993): a fase de pré-saída, que envolveu a preparação da saída de campo, através da contextualização dos alunos daquilo que seria observado no campo; a fase da saída, que é a saída propriamente dita, e que envolve a execução de determinadas tarefas específicas; e a fase de pós-saída, em que se realizaram tarefas de tratamento e exploração de dados recolhidos até então. Como a saída de campo foi integrada na atividade investigativa, as etapas de pré e pós-saída correspondem, também, às etapas de planeamento da investigação e análise/conclusões da investigação, respetivamente. Através desta estratégia, os alunos, apesar de durante a visita se encontrarem num ambiente que não lhes é conhecido, com uma preparação realizada de forma adequada, deveriam tornar-se capazes de mobilizar as aprendizagens anteriores para novos contextos e de desenvolver novas aprendizagens e aprendizagens significativas.

A planificação desta saída de campo exigiu por parte da professora investigadora um trabalho extenso de pesquisa bibliográfica e várias reuniões com a Professora Doutora Maria Carla Kullberg para esclarecimento de dúvidas que surgiram ao longo do processo investigativo, uma pré-visita ao local onde se realizou a saída de campo e, com o auxílio do professor cooperante, um trabalho prévio de esclarecimento de aspetos logísticos, como a escolha do local das paragens, da data e horas, entre outros aspetos.

Ao longo de toda a prática de ensino supervisionada foi ainda promovido o uso de linguagem científica, quer durante as aulas, quer nas apresentações orais e documentos escritos produzidos pelos alunos, já que o programa de Biologia e Geologia do Ensino Secundário (Ministério da Educação, 2001) refere a necessidade de uma literacia científica sólida, que auxilie a compreensão do mundo em que vivemos, para que se verifique uma mudança de atitudes por parte do cidadão e da sociedade em geral.

A turma foi também dividida em grupos de 4 a 5 alunos, sendo que a divisão da turma ficou a cargo do professor cooperante (uma vez que este conhecia melhor cada um dos alunos), de forma a conseguir-se a formação de grupos heterogéneos, formados tendo em atenção as características individuais de cada aluno, o que traz grandes vantagens para o processo de aprendizagem de todo o grupo (DEB, 1997), como já referido anteriormente. Estes grupos foram os mesmos até ao fim da intervenção.

O trabalho de grupo é importante, entre outros aspetos, porque permite aos alunos perceberem que o conhecimento científico não se constrói de forma isolada, a desenvolverem a capacidade de interagir com tolerância, empatia e responsabilidade e a argumentarem, negociarem e aceitarem diferentes pontos de vista, desenvolvendo novas formas de estar, olhar e participar.

Ao mesmo tempo, partindo-se do modelo de aprendizagem significativa, foram planificadas também diversas atividades assentes neste método, sobretudo durante o pré-saída e a saída em si. De acordo com este processo indutivo, foi inicialmente realizado um jogo de diagnóstico chamado “Quem quer ser geólogo?” e, posteriormente, uma exposição teórica sobre o processo de formação dos minerais e sobre os modelos explicativos da origem dos diferentes tipos de magmas. Assim, através dos organizadores prévios, os alunos foram capazes de relacionar os novos conteúdos introduzidos com os conhecimentos prévios que tinham acerca do vulcanismo, das rochas, em especial das rochas magmáticas, e da estrutura interna da Terra, conteúdos abordados no 10º ano de escolaridade, e aquilo que já tinham aprendido sobre os minerais nesse ano.

Ao longo das aulas, os assuntos abordados foram apresentados de forma relacionada e sequencial, do geral para o específico, recorrendo-se a esquemas, imagens e tabelas. Foram ainda realizados exercícios de aplicação dos conceitos previamente estabelecidos sob a forma do jogo *Kahoot!* e de uma ficha de exercícios. Adicionalmente, na primeira aula os alunos foram confrontados com um mapa de conceitos, que foi sendo preenchido ao longo da intervenção, à medida que conceitos novos iam sendo adicionados, de modo a que os alunos pudessem tomar maior consciência da evolução dos seus conhecimentos.

Do mesmo modo, a teoria da aprendizagem por questionamento também esteve subjacente noutras metodologias aplicadas. Um dos casos em se empregou a aprendizagem por descoberta foi com o preenchimento do guião do aluno, durante a saída de campo. Nesta atividade, a explicação dada durante o pré-saída e no próprio

local, as observações realizadas *in loco* e as pequenas explicações encontradas nos guiões constituíram uma fonte de pesquisa de informação, transmitindo aos alunos os dados necessários para poderem responder às questões formuladas. De forma semelhante, a saída de campo realizada também teve como objetivo a pesquisa *in loco* de informação acerca da questão investigativa que cada grupo estava a desenvolver. Assim, possibilitou-se a descoberta de novos dados para utilização posterior na formulação dos trabalhos de grupo.

Não obstante, a atividade prática experimental sobre o modo como a temperatura influencia a formação e o desenvolvimento de cristais e a atividade prática de preenchimento de chaves-dicotómicas para descobrir os vários tipos de rochas magmáticas com base em diversos critérios identificativos (cor, textura, composição mineralógica) também se basearam neste método dedutivo. No caso da atividade experimental, esta foi planificada por cada grupo em sala de aula, orientando os alunos na formulação de uma hipótese para a questão levantada, que foi depois testada. Desta forma, foi estimulado o raciocínio dos alunos para determinar os métodos e procedimentos necessários à concretização experimental da atividade, no sentido de obter os resultados desejados.

3.3.3. Atividades Propostas

O Quadro 4 procura demonstrar, de forma resumida, as diversas atividades didáticas que ocorreram ao longo desta intervenção letiva, e as aulas em que ocorreram.

Nº Atividade	Atividade Prática	Nº Aula
1 ^a	Início da construção dos Mapas de Conceitos sobre Magmatismo.	1
2 ^a	Jogo de diagnóstico “Quem quer ser geólogo?”, sobre a temática da unidade.	1
3 ^a	Atividade experimental “Formação de cristais de enxofre” – Simulação das condições de formação das rochas magmáticas. Registo dos resultados obtidos.	1
4 ^a	Jogo didático <i>Kahoot!</i> para assimilação de conhecimentos.	2
5 ^a	Trabalho de grupo de pesquisa bibliográfica sobre o Complexo Ígneo de Sintra e formulação da questão investigativa a trabalhar.	3
6 ^a	Observação e análise de amostras de mão em laboratório (basalto, gabro, granito, riólito, andesito e diorito), com o auxílio de uma chave-dicotómica.	4
7 ^a	Continuação da construção dos Mapas de Conceitos sobre Magmatismo.	4
8 ^a	Atividade prática de consulta das cartas geológicas da região de Sintra.	5

9 ^a	Trabalho de campo: observação do objeto de estudo <i>in loco</i> para posterior desenvolvimento do trabalho investigativo.	6
10 ^a	Resolução de exercícios de aplicação da matéria, para assimilação de conhecimentos.	8
11 ^a	Trabalho de grupo de pesquisa bibliográfica sobre o Complexo Ígneo de Sintra e sobre questão investigativa elaborada.	7, 8, 9, 10
12 ^a	Apresentações orais dos pósteres científicos.	11 e 12
13 ^a	Conclusão da construção dos Mapas de Conceitos sobre Magmatismo.	12
14 ^a	Questionário de auto-avaliação.	12

Quadro 4. Tabela-resumo das atividades práticas realizadas, com indicação da respetiva aula

3.3.4. Planificação a Curto Prazo

AULA 1: 12 de março

Aula de 120 minutos

Local: Laboratório de Biologia e Geologia

Sumário	Início do estudo do magmatismo: os minerais e a matéria cristalina.
Situação-Problema	Que processos intervêm na formação da estrutura cristalina nos minerais?
Questões orientadoras	<p>O que é uma rocha magmática?</p> <p>O que é o magma?</p> <p>Qual a diferença que existe entre magma e lava?</p> <p>Onde é que se formam magmas e, consequentemente, rochas magmáticas?</p> <p>Porque é que só há fusão de rochas do manto nestas zonas?</p> <p>Quais as condições que favorecem a formação de magmas?</p> <p>Por que é que a rocha, quando funde e forma magma, ascende?</p> <p>De acordo com o modo de jazida, que tipos de rochas magmáticas existem?</p> <p>Qual a diferença mais significativa que encontramos entre elas?</p> <p>Como é que se formam os minerais?</p> <p>Quais é que são as características dos minerais?</p> <p>O que é o isomorfismo e o polimorfismo?</p> <p>O que é que é a estrutura cristalina?</p> <p>Que processos intervêm na formação da estrutura cristalina nos minerais?</p> <p>De que modo é que a temperatura influencia a formação e o desenvolvimento de cristais?</p> <p>A estrutura cristalina nos minerais influencia a sua forma exterior?</p> <p>De que modo?</p> <p>Qual é o principal constituinte do magma e, portanto, dos minerais?</p>
Conceitos	Magma; limites de placas litosféricas; manto; modo de jazida; plutonismo e vulcanismo; mineral; estrutura cristalina; isomorfismo e polimorfismo; cristais euédricos, subédricos e anédricos.

Objetivos

- Mobilizar conhecimentos adquiridos;
- Apresentar os objetivos da unidade didática, contextualizando-a a situação real e concreta, de modo a familiarizar os alunos com a nova matéria e a envolvê-los no processo de ensino-aprendizagem;
- Compreender o que é o magma e como e onde se forma;
- Conhecer as diferenças texturais associadas ao modo de jazida das rochas magmáticas;
- Compreender como se formam os minerais e que processos intervêm na formação da sua estrutura cristalina;
- Compreender a diferença entre isomorfismo e polimorfismo;
- Ser capaz de planejar uma atividade experimental, para testar uma hipótese previamente estabelecida e, deste modo, haver uma aproximação ao processo científico.
- Desenvolvimento da capacidade de analisar, interpretar e discutir os resultados, em grupo.

Atividades

- Apresentação do programa da unidade “Magmatismo. Rochas magmáticas.” e explicação do plano das aulas, com ênfase na saída de campo e no trabalho de grupo;
- Formação dos grupos de trabalho;
- Início da construção do mapa de conceitos sobre magmatismo;
- Jogo didático “Quem quer ser geólogo?”;
- Realização da atividade experimental “Formação de cristais de enxofre - simulação das condições de formação das rochas magmáticas”;
- Preenchimento do questionário inicial;
- Discussão dos resultados.

Recursos

- Computador
- Projetor para mostrar o PowerPoint da aula
- Protocolo experimental (1 por aluno)
- Enxofre em pó
- Cadinhos (3 por grupo)
- Placas de aquecimento (1 por grupo)
- Cuvetes de gelo
- Chaleira elétrica
- Termómetros (3)
- Tinas (3)
- Pinças de madeira (1 por grupo)

Esta aula começa com a apresentação aos alunos daquilo que vai ser feito ao longo das quatro semanas seguintes: nas duas primeiras semanas os alunos vão preparar-se para uma saída de campo à zona do Guincho, desenvolvendo uma questão investigativa relacionada com o magmatismo no Complexo Ígneo de Sintra, e onde vão poder observar em primeira mão o objeto de estudo e, a partir daí, nas semanas seguintes, trabalhar para desenvolver uma pequena investigação, centrada numa questão previamente estabelecida, que será posteriormente apresentada sob a forma de um póster científico na Feira da Ciência. Os pósteres devem incluir o contexto geográfico,

geológico, litológico, geomorfológico e geotectónico da região em questão, bem como a resposta à questão investigativa de cada grupo.

Partindo-se daí, distribui-se a turma em quatro grupos de 4 ou 5 alunos (os mesmos até ao fim da intervenção), de forma a conseguir-se a formação de grupos heterogéneos, formados tendo em atenção as características individuais de cada aluno.

Posteriormente, explica-se o que é um mapa de conceitos e pede-se aos alunos que construam um a partir da palavra “Magmatismo”. Explica-se aos alunos que o mapa terá de ser completado em duas situações: uma antes da saída de campo, depois da matéria já ter sido lecionada, e outra na última aula, depois dos trabalhos investigativos serem apresentados. Desse modo, todos poderíamos ficar com uma maior perceção da evolução do conhecimento.

Após o preenchimento do mapa de conceitos, é feita uma pequena introdução às rochas magmáticas através de um processo de questionamento feito a partir do jogo “Quem quer ser geólogo?”, onde se pretende que haja a mobilização de conhecimentos por parte dos alunos. Serão feitas perguntas como: O que é uma rocha magmática? O que é o magma? Qual a diferença que existe entre magma e lava? Onde é que se formam magmas e, consequentemente, rochas magmáticas? Porque é que só há fusão de rochas do manto nestas zonas? Quais as condições que favorecem a formação de magmas? Por que é que a rocha, quando funde e forma magma, ascende? De acordo com o modo de jazida, que tipos de rochas magmáticas existem? Qual a diferença mais significativa que encontramos entre elas? Como é que se formam os minerais? Quais é que são as características dos minerais? O que é o isomorfismo e o polimorfismo? O que é que é a estrutura cristalina? Que processos intervêm na formação da estrutura cristalina nos minerais? De que modo é que a temperatura influencia a formação e o desenvolvimento de cristais?

Partindo desta última questão, pede-se aos alunos que elaborem uma hipótese de resposta e realizem a seguinte atividade experimental para testar essa hipótese – Os minerais e a matéria cristalina: “Que processos intervêm na formação dos minerais?” - Experiência para a formação de cristais de enxofre.

Para a sua realização, os alunos devem fundir enxofre num cadinho e provocar, em seguida, o seu arrefecimento lento, rápido e à temperatura ambiente, o que permite interpretar a maneira como o magma, ao arrefecer, pode originar cristais mais ou menos desenvolvidos. Esta experiência permite o estudo da estrutura morfológica da matéria cristalina, através da obtenção de cristais em laboratório em pouco tempo, percebendo-

se que a formação dos cristais (na natureza os minerais ocorrem sob a forma de cristais – porções de matéria cristalina, limitados ou não por faces planas) está intimamente relacionada com a velocidade de arrefecimento do material em fusão. Assim, obter-se-ão os seguintes resultados, percebendo-se que quanto maior a velocidade de arrefecimento, menos tempo têm os cristais para crescer:

- Cristais de grande dimensão se a velocidade de arrefecimento for lenta (acontece no recipiente mais quente);
- Cristais de pequena dimensão se a velocidade de arrefecimento for rápida (acontece no recipiente a temperatura ambiente);
- Matéria amorfa, se a velocidade de arrefecimento for tão rápida que não permite a formação de matéria cristalina (acontece no recipiente mais frio).

De modo a que os alunos se aproximem o mais possível do processo científico, não lhes é entregue o procedimento, e têm eles mesmos de o construir, sendo-lhes apenas dadas algumas questões orientadoras (Anexo 2).

O professor deve, durante o decorrer da experiência, chamar a atenção para as analogias entre as atividades sugeridas e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os fenómenos.

Enquanto os alunos esperam pelos resultados da experiência, é-lhes dado o questionário inicial (Anexo 10), para ser preenchido durante esse tempo.

A aula termina com as seguintes questões: a estrutura cristalina nos minerais influencia a sua forma exterior? De que modo? para introduzir os conceitos de cristais euédricos, subédricos e anédricos.

AULA 2: 15 de março

Aula de 60 minutos

Local: Sala de Aula

Sumário	Diversidade de magmas e diferenciação magmática.
Situação-Problema	Um só magma original, rochas diferentes?
Questões orientadoras	Como é que as rochas magmáticas se formam? Que rochas magmáticas conhecem? Como é que, existindo dois modos de jazida, se conhecem mais que duas rochas magmáticas?

Conceitos	Composição magmática (com base no teor em sílica); magmas basálticos, andesíticos e riolíticos; diferenciação magmática; cristalização fracionada; série reacional de Bowen – série contínua e descontínua; ponto de fusão; temperatura de cristalização; diferenciação gravítica; assimilação magmática; mistura de magmas.
Objetivos	
Atividades	
Recursos	

- Mobilizar conhecimentos adquiridos;
- Compreender os diferentes processos de formação de magmas de natureza química distinta;
- Conhecer as principais diferenças químicas entre os vários tipos de magma;
- Compreender os vários processos de diferenciação magmática;
- Interpretar gráficos e tabelas relativos ao processo de diferenciação magmática e classificação das rochas magmáticas com base nos critérios de composição mineralógica e química;
- Saber posicionar os minerais nas séries reacionais, com base nas temperaturas de fusão/cristalização;
- Analisar, interpretar e discutir casos/ situações reais que envolvam processos de diferenciação magmática;
- Desenvolvimento da capacidade de argumentação, com tomada de posições bem fundamentadas;
- Desenvolvimento de uma atitude crítica e reflexiva, ao reconhecer e avaliar a pertinência dos argumentos apresentados pelos colegas.

- Pequeno questionamento para introduzir e contextualizar a aula;
- Pequena exposição sobre classificação dos vários tipos de magma e seus processos de formação;
- Novo questionamento, para introduzir o tema da diferenciação magmática;
- Discussão em grupo sobre o caso específico do Complexo Ígneo de Sintra;
- Resolver, em grupo, um questionário feito com a aplicação *Kahoot!* com uma compilação de todas as questões de exame relacionadas a matéria trabalhada nesta aula e na anterior.

- Computador
- Projetor para mostrar o PowerPoint da aula e as perguntas do *Kahoot!*
- Um telemóvel por cada grupo de alunos

Esta aula começa com um pequeno questionamento à turma, de modo a mobilizar conhecimentos aprendidos na aula anterior e em anos anteriores: Qual o modo de jazida das rochas magmáticas? Como é que estas rochas se formam? Que rochas magmáticas conhecem?

Daqui, parte-se para a questão que dará o chavão ao resto da aula: Como é que, existindo dois modos de jazida, vocês conhecem mais que duas rochas magmáticas? Daqui, parte-se para uma pequena exposição sobre os critérios de classificação dos vários tipos de magma (com base na composição química) e como é cada um se forma, com recurso a imagens, esquemas e tabelas comparativas.

Segue-se uma nova questão: “E se vos for dito que, mesmo partindo de um único magma inicial, se podem obter rochas magmáticas de diferentes naturezas

mineralógicas?” (referir o caso do Complexo Ígneo de Sintra). “Como é que acham que isso pode ocorrer?” Depois dos alunos darem várias hipóteses de explicação deste fenómeno, introduz-se o conceito de diferenciação magmática e pede-se aos alunos que vão dando hipóteses do que possa ser. Depois, explicar, com auxílio de esquemas, os processos de diferenciação gravítica, cristalização fracionada, assimilação magmática e mistura de magmas.

Depois desta pequena exposição, falar no caso específico do Complexo Ígneo de Sintra, a visitar durante a Saída de Campo, lançando a seguinte questão aos alunos: “Se os magmas graníticos se formam em situações de colisão de duas placas continentais e não estando Portugal localizado na proximidade de limites convergentes deste tipo, como é que se pode explicar o facto de termos uma Serra de Sintra maioritariamente granítica?”, de modo a gerar-se uma discussão em grupo, para ser apresentada aos colegas na aula seguinte.

Por último, realizar-se-á um questionário feito com a aplicação *Kahoot!* (Anexo 4), para assimilação de conhecimentos adquiridos nesta aula e na aula anterior.

AULA 3: 18 de março

Aula de 60 minutos

Local: Sala de Aula

Sumário	Aula autónoma de pesquisa sobre o Complexo Ígneo de Sintra.
Situação-Problema	Se os magmas graníticos se formam em situações de colisão de duas placas continentais, e não estando Portugal localizado na proximidade de limites convergentes deste tipo, como se explica o facto de termos uma Serra de Sintra maioritariamente granítica?
Questões orientadoras	<ul style="list-style-type: none"> - Se o Complexo Ígneo de Sintra se trata de um Maciço fundamentalmente intrusivo, como é que chegou à superfície? - De que modo decorreram as fases de diferenciação magmática que estiveram na génese do Complexo Ígneo de Sintra? - Como é que em locais tão próximos temos rochas basálticas e riolíticas? - Por que motivo a linha de costa tem a orientação que tem? Qual a causa para apresentar uma certa tendência para o traçado retilíneo? - Por que motivo a Serra de Sintra se dispõe muito mais para dentro do mar que as restantes rochas?
Objetivos	

- Mobilizar conhecimentos adquiridos;
- Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, selecionando, interpretando e tratando informação;
- Desenvolvimento da capacidade planear e conduzir pesquisas.

Atividades

- Apresentação da hipótese desenvolvida por cada grupo à questão-investigativa lançada na aula anterior;
- Pequena introdução à geologia da Serra de Sintra;
- Início da construção de uma questão investigativa;
- Trabalho de pesquisa autónoma por parte de cada grupo.

Recursos

- Computador
- Projetor para mostrar o PowerPoint da aula
- Computadores com acesso à internet (1 por grupo)

Partindo-se da questão-problema lançada na aula anterior, cada grupo apresenta aos colegas a sua hipótese de resposta. Partindo deste ponto, o professor deve fazer uma breve introdução à Geologia de Sintra, explicando o processo que levou à sua génese, de modo a contextualizar os alunos e ajudá-los no início do processo investigativo.

Depois disto, o professor deve lembrar aos alunos qual é que é o objetivo final do trabalho investigativo – a construção de um poster científico, onde se inclui o contexto geográfico, geológico, litológico, geomorfológico e geotectónico da região em questão e a resposta à questão investigativa de cada grupo – e a importância de aproveitarem as aulas que lhes serão dadas para o desenvolvimento do trabalho. Partindo daqui, serão apresentados alguns exemplos de questões investigativas que podem orientar o trabalho dos alunos: “Se a Serra de Sintra se trata de um Maciço fundamentalmente granítico, como é que chegou à superfície?”; “Qual ou quais os processos de diferenciação magmática que estiveram na génese do CIS?”; “Como é que em locais tão próximos observamos basaltos (rocha básica) e riólitos (rocha ácida)?”; “Porque motivo a orientação geral da linha de costa tem uma certa tendência para o traçado retilíneo? Por que razão o rebordo das falésias se apresenta desta maneira? Como é que evoluiu ao longo do tempo?”

Nesta aula, cada grupo deverá, sempre sob orientação do professor, realizar trabalho autónomo de pesquisa bibliográfica sobre o enquadramento geográfico, geológico, litológico, geomorfológico e geotectónico da região em questão. Para isto, os alunos terão acesso às notícias explicativas das folhas 34-A Sintra e 34-C Cascais, bem como a uma lista de *sites* e artigos feita e revista pelo professor. Com base na pesquisa

iniciada e no que aprenderam das aulas anteriores, cada grupo deve começar a desenvolver a sua questão investigativa.

Posteriormente, cada grupo deverá confrontar os resultados da pesquisa iniciada nesta aula, com os dados retirados das observações feitas durante a saída de campo.

AULA 4: 19 de março

Aula de 120 minutos

Local: Laboratório de Biologia e Geologia

Sumário	Diversidade de rochas magmáticas: observação e análise de rochas em amostra de mão.
Situação-Problema	Que critérios permitem classificar as diferentes rochas magmáticas?
Questões orientadoras	Que diferenças existem entre as diferentes rochas magmáticas observadas? Que rochas têm cor clara e quais têm cor escura? Que informação é isso nos dá sobre a composição química das rochas e sobre a temperatura de cristalização dos minerais? Como é que é a textura destas rochas? Que informação é que isso nos dá sobre o modo de jazida? Que minerais podem ser identificados? Se se observar quartzo numa rocha, o que é que isso diz sobre ela?
Conceitos	Minerais essenciais e acessórios; minerais félsicos e máficos; minerais ferromagnesianos e aluminossilicatos; rochas magmáticas, plutónicas/ intrusivas e vulcânicas/ extrusivas (basalto, gabro, andesito, diorito, riólito, granito); rocha leucocrata, mesocrata e melanocrata; textura granular/ fanerítica, agranular/ afanítica e vítrea.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilizar conhecimentos adquiridos; - Argumentação, com tomada de posições bem fundamentadas; - Classificar as rochas magmáticas com base nos critérios de classificação; - Compreender e saber relacionar as características identificativas das rochas (cor, textura e composição mineralógica) com as condições de génese das rochas e com o magma que lhes deu origem; - Saber relacionar associações minerais nas rochas magmáticas; - Saber posicionar os minerais nas séries reacionais, com base nas temperaturas de fusão/ cristalização; - Desenvolvimento de competências de trabalho de campo em geologia; - Desenvolvimento de uma atitude crítica e reflexiva, ao reconhecer e avaliar a pertinência dos argumentos apresentados pelos colegas.
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação, em grupo, dos critérios de classificação das rochas magmáticas com base na observação de amostras de mão; - Preenchimento da tabela da ficha de classificação de rochas magmáticas em amostra de mão; - Apresentação das conclusões de cada grupo à turma, favorecendo momentos de pequenas discussões; - Introdução de conceitos relacionados com os critérios de classificação das rochas magmáticas; - Pequeno questionamento à turma sobre algumas conclusões que se podem tirar da análise destas

amostras;

- Apresentação de imagens e amostras dos minerais silicatados encontrados nestas amostras;
- Apresentação de esquema-resumo com uma síntese de tudo o que foi falado na aula até então;
- Identificação das rochas magmáticas, com o auxílio de uma chave-dicotômica;
- Discussão em turma;
- Organização dos minerais indicativos da Série de *Bowen*, com base nas temperaturas de cristalização;
- Continuação da construção dos Mapas de Conceitos sobre Magmatismo.

Recursos

- Computador
- Projetor para mostrar o PowerPoint da aula
- Ficha de classificação de rochas magmáticas em amostra de mão (1 por aluno)
- Amostras de mão de basalto, gabro, andesito, diorito, riólito, granito (idealmente uma amostra por grupo)
- Amostras de minerais indicativos da Série de *Bowen* (olivina, biotite, moscovite, feldspato, quartzo)
- Lupas (idealmente uma por aluno)

Nesta aula, os alunos poderão, através da análise de amostras de mão de rochas magmáticas, no laboratório, aprender a classificá-las e a caracterizá-las, com base em critérios identificativos (cor, textura e composição mineralógica). Deste modo, nesta aula apresentar-se-ão aos alunos novos conceitos através da sua aplicação a situações reais. Mostrar-se-ão amostras de mão dos vários tipos de rochas magmáticas mais importantes – granito, riólito, gabro, basalto, diorito, andesito –, alguns posteriormente observados *in loco* durante a saída de campo, num contexto geológico que permitirá aos alunos reconstruírem a história geológica do local.

Esta aula servirá, assim, para responder à questão-problema inicialmente lançada à turma: Que critérios permitem classificar as diferentes rochas magmáticas? Para isso, serão fornecidas a cada grupo amostras de mão dos vários tipos de rochas: basalto, gabro, granito, riólito, andesito e diorito. Através de um processo de observação e análise das mesmas, os alunos poderão identificar diferenças no que diz respeito à cor, à textura e à composição mineralógica (expressão da composição química) das rochas. Será depois entregue a cada aluno uma ficha de classificação de rochas magmáticas em amostra de mão (Anexo 3), e pedir-se-á para completarem em grupo a primeira tabela, com base nas observações feitas (estas observações devem ser realizadas com o auxílio de lupas). Depois, será pedido aos alunos que apresentem aos colegas as conclusões a que chegaram, descrevendo as rochas com base nestes critérios sendo, à medida que os alunos vão referindo as diferenças que encontram, introduzidos novos conceitos – no que diz respeito à cor, leucocrata, mesocrata e melanocrata; no que se refere à textura,

fanerítica, afanítica e vítrea/ amorfa; minerais essenciais e acessórios, para a composição mineralógica – e, depois, relacionar todos esses conceitos.

Partindo desta primeira análise, será perguntado qual o modo de jazida de cada rocha e quais as rochas que apresentam cristais que cristalizaram a temperaturas mais altas e quais as que têm cristais que cristalizaram a temperaturas mais baixas e, consequentemente, quais as rochas que têm cristais mais e menos resistentes à erosão (principalmente com base na cor das rochas e na presença de minerais facilmente identificáveis). Para que os alunos consigam identificar corretamente os minerais presentes em cada rocha, vão ter acesso a amostras de minerais devidamente identificados. Será também apresentado um Powerpoint explicativo das principais diferenças encontradas nos minerais silicatados encontrados nestas rochas.

Depois, pedir-se-á aos alunos que, partindo nos critérios referidos e com base nos conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores, classifiquem as rochas em ácida, intermédia e básica e identifiquem os magmas que lhes deram origem. Seguidamente, será apresentado um esquema-resumo com todos os critérios de classificação das rochas magmáticas (cor, textura, composição mineralógica e composição química) e será feito um breve apanhado de tudo o que foi falado até então. Partindo daqui, os alunos terão de, com base numa chave dicotómica, descobrir os nomes das amostras de mão. Depois, discutir-se-á em turma as conclusões a que cada grupo chegou, de modo a garantir-se que todas as rochas foram identificadas sem inequívocos.

Ao mesmo tempo que os alunos procuram identificar as várias amostras, o professor deve mostrar grupo a grupo alguns minerais indicativos da Série de *Bowen* e pedir-lhes que os organizem com base nas temperaturas de cristalização.

Na última parte da aula serão distribuídos pelos alunos os mapas de conceitos que começaram por ser desenvolvidos na primeira aula da intervenção, para que os alunos, com uma cor diferente, os possam completar com os novos conhecimentos que adquiriram nas aulas.

AULA 5: 21 de março

Aula de 60 minutos

Local: Sala de Aula

Sumário	Análise de cartas geológicas da região de Sintra. Preparação da atividade de campo.
Situação-Problema	A questão investigativa desenvolvida por cada grupo

Objetivos

- Fornecer aos alunos as ferramentas básicas necessárias à interpretação de cartas geológicas;
- Preparação dos alunos para a saída de campo a realizar e motivação para o desenvolvimento do trabalho investigativo;
- Problemática e formulação de hipóteses;
- Pesquisa em fontes bibliográficas de forma autónoma – organizando, selecionando e tratando informação;
- Desenvolvimento de competências de trabalho de campo em geologia (análise de cartas geológicas);
- Promover nos alunos atitudes de segurança durante a saída de campo;
- Reconhecer a importância do papel do geólogo na sociedade;
- Desenvolver interesse e consciência ambiental e social;
- Desenvolvimento de atitudes de valorização do património geológico (memória da Terra).

Atividades

- Trabalho de pesquisa autónoma para o desenvolvimento da questão investigativa;
- Ao mesmo tempo que isto acontece, os grupos vão, um a um, analisar as cartas geológicas, com o auxílio de um professor convidado;
- Apresentação de alguns aspetos ambientais que os alunos devem ter em consideração durante a saída de campo – sistema dunar Guincho-Cresmina, arribas fósseis e fauna e flora únicas da região – com o objetivo de desenvolver uma consciência ambiental nos alunos e a tomada de atitudes responsáveis. Ao mesmo tempo, o professor deve alertar para as questões de segurança;
- Discussão de duas notícias sobre a avaliação de arribas, para reconhecimento do papel do geólogo na sociedade;
- Explicação do roteiro da saída;
- Referir o material necessário para a saída.

Recursos

- Computadores com acesso à internet (1 por grupo)
- Cartas geológicas de Sintra na escala 1/50.000, com notícia explicativa (folhas 34-A Sintra e 34-C Cascais)

Esta aula começará com um tempo dedicado ao trabalho autónomo dos grupos, para desenvolvimento das questões investigativas. Ao mesmo tempo que isto acontece, os grupos serão chamados, um a um, até à bancada onde estão dispostas as cartas geológicas da região de Sintra à escala 1/50.000, das notícias explicativas folhas 34-A Sintra e 34-C Cascais, que serão apresentadas pelo professor convidado. A leitura e interpretação destas cartas terá um papel fundamental na contextualização dos alunos acerca da realidade geológica da região a visitar.

Depois, será feita uma breve apresentação aos alunos sobre alguns aspetos ambientais a ter em consideração durante a saída, de modo a desenvolver-se nos alunos uma consciência ambiental e a tomarem-se atitudes conscientes e responsáveis: sistema dunar Guincho-Cresmina (referir a importância da sua manutenção para a preservação do ecossistema singular que lá existe e para a proteção dos terrenos interiores relativamente à subida do nível do mar – referir as consequências derivadas da construção da estrada do Guincho), arribas fósseis (alertar os alunos para os cuidados a

ter, principalmente quando se encontrarem nestes locais, e a importância do ordenamento do território na estabilização das mesmas; referir a existência de plataformas de abrasão) e fauna e flora únicas da região (mostrar imagens e advertir os alunos para os diversos aspetos de responsabilidade ambiental, referindo a necessidade do cuidado a ter relativamente ao lixo do almoço, a não pisar as plantas...). Pedir aos alunos que deem a sua opinião acerca do que está a ser dito, a fim de se criar uma pequena discussão sobre estes assuntos.

Nesta fase, deverão também ser apresentadas aos alunos duas notícias de jornal sobre arribas que caíram e os prejuízos humanos e materiais que essas quedas causaram e deve gerar-se uma pequena discussão em turma acerca da importância do papel do geólogo no estudo das arribas, para manutenção e avaliação das mesmas, a fim de evitar este tipo de desgrças (por exemplo: https://www.cmjornal.pt/portugal/detalhe/feridos_em_derrocada_na_praia_maria_luisa_no_algarve), e o perigo que uma má avaliação pode ter (por exemplo: <https://www.publico.pt/2018/11/26/ciencia/noticia/galopim-carvalho-alerta-bloco-praia-ameaca-ruir-camara-sintra-nao-ha-perigo-1852544>).

Por fim, o professor deverá dar os avisos práticos sobre a saída como os horários de partida e de chegada, o roteiro da saída (Praia da Cresmina, Praia Grande do Guincho, Promontório do X e Praia do Abano), o material a levar, a necessidade de trazerem a autorização de saída da Escola (Anexo 12).

SAÍDA DE CAMPO: 22 de março

Duração de cerca de 6 horas

Local: Praia da Cresmina, Praia Grande do Guincho, Promontório do X e Praia do Abano

Sumário	Saída de Campo.
Situação-Problema	A questão investigativa desenvolvida por cada grupo
Questões orientadoras	Questões presentes no guião de campo (Anexo 7)
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilização de conhecimentos adquiridos e sua aplicação a situações reais e concretas; - Criação de situações de aprendizagem significativa: sentido de aplicabilidade dos conceitos teóricos na realidade envolvente, tornando palpáveis os assuntos estudados em sala de aula; - Observação e interpretação de dados de campo; - Aquisição da experiência de utilização da metodologia científica;

- Promoção da motivação e do interesse pela aprendizagem das ciências;
- Promoção da curiosidade intelectual e do desenvolvimento de um espírito crítico e criativo;
- Desenvolvimento de competências de trabalho de campo em geologia (utilização da lupa, bússola, ácido e martelo);
- Aquisição de experiência de utilização de instrumentos científicos;
- Reconhecimento da importância do papel do geólogo na sociedade;
- Desenvolvimento de atitudes de valorização do património geológico (memória da Terra).
- Estreitar relações de convívio e promover o diálogo entre alunos e professores;

Atividades

- Observação do sistema dunar e discussão sobre a sua importância para a preservação do ecossistema singular que lá existe e para a proteção dos terrenos interiores relativamente à subida do nível do mar;
- Observação da orientação das camadas por onde se vai passando e da chaminé vulcânica, desenvolvendo hipóteses explicativas para os vários fenómenos observados;
- Reconstrução de paleoambientes e interpretação da história geológica dos vários locais por onde se passa, identificando litologias e interpretando processos geológicos;
- Preenchimento do guião do aluno;
- Recolha de dados considerados relevantes para o desenvolvimento da questão investigativa.

Recursos

- Levado pelos alunos: vestuário adequado e calçado confortável, máquina fotográfica (uma por grupo), caderno de campo e material de escrita;
- Fornecido pelo professor: guião do aluno; lupa, bússola; HCl 10%; martelo de geólogo.

No programa da disciplina, quando se aborda a unidade “Magmatismo. Rochas Magmáticas”, diz-se para se evitar “o estudo descontextualizado das rochas magmáticas sem relação direta com o processo que presidiu à sua formação e com os ambientes geodinâmicos em que se produzem” (Ministério da Educação, 2003, p. 20). Esta Saída de Campo à Serra de Sintra servirá, entre outras coisas, para evitar exatamente isso.

A Saída de Campo planeada classifica-se, como já referido, no tipo Saída de Campo de Observação dirigida pelo professor, uma vez que o aluno é o protagonista no processo de aprendizagem, e deve, sozinho, explorar o local que visita e tirar as conclusões que necessita e considera importantes, orientado por um guião da saída construído pelo professor. Do mesmo modo, a avaliação desta atividade terá um grande peso nas atitudes e valores demonstrados pelos alunos durante a visita e no pré e pós-visita. Foi escolhido este tipo de Saída de Campo devido ao contexto em que é aplicada – é destinada a uma turma bastante disciplinada, com um bom método de trabalho, mas pouco habituada a realizar trabalho autónomo e de investigação.

De modo a conseguir-se uma melhor planificação desta saída, realizou-se, no dia 24 de fevereiro, uma ida com o professor cooperante aos locais pensados para integrar esta atividade. Assim, organizou-se a saída de campo em quatro paragens – Praia da Cresmina, Praia Grande do Guincho, Praia do Abano e Promontório do X –, sendo que

entre as paragens os alunos deslocam-se a pé. Haverá ainda mais uma paragem para o almoço, no Forte do Guincho ou Forte das Velas. O percurso foi organizado de modo a que os alunos estejam a “descer” no tempo geológico – começa-se por observar as estruturas geológicas mais recentes e termina-se nas mais antigas.

Na praia da Cresmina e do Guincho os alunos poderão observar em primeira mão o sistema dunar formado pela dinâmica externa e começar por observar a orientação das camadas das estruturas sedimentares mais a sul (que, devido à dobra formada aquando da instalação do Complexo Ígneo de Sintra, alteraram a sua inclinação – à medida que nos aproximamos da Serra, as camadas deixam de inclinar para sul e passam a inclinar para norte). Planeou-se a saída para um dia em que a baixa-mar é à hora em que se está na Praia Grande do Guincho (por volta das 11h da manhã), para se poder observar melhor a chaminé vulcânica (material arrefecido no interior da conduta) que está no areal da praia. Ainda antes de almoço, na zona junto às arribas, os alunos andarão essencialmente em cima de camadas de calcário, onde poderão observar fósseis de fácies, podendo recriar o paleoambiente – ambiente marinho pouco profundo. Mais à frente (na zona da praia do Abano) observarão uma paisagem geológica rica em calhaus rolados, o que indica um ambiente mais continental, e calcoturbiditos, que indicam um ambiente de talude continental. Estes três locais mostram que existiu uma regressão e uma transgressão marinha, permitindo reconstruir alguns acontecimentos geológicos do passado. Quando se chega à paragem do promontório do X, podem-se observar bastantes filões de constituição microgranítica, resultantes da intensa atividade magmática relacionada com a intrusão do Complexo Ígneo de Sintra. Observar-se-á também, ao longe (uma vez que se trata de uma zona de difícil acesso), os chamados Xistos do Ramalhão, uma zona de metamorfismo de contacto entre as rochas sedimentares onde os alunos andarão e o Complexo Ígneo de Sintra. Os alunos poderão observar que, à medida que se vai aproximando da Serra, o número de intrusões magmáticas vai aumentando, passando-se gradualmente de um ambiente essencialmente sedimentar para um ambiente essencialmente magmático, havendo um ambiente metamórfico a separar os dois.

A recolha de dados por parte dos alunos durante a Saída deverá ser realizada da seguinte maneira:

- Registo das observações realizadas no caderno de campo;
- Respostas às questões do guião de campo;
- Registo fotográfico, com as respetivas escalas ao lado;

- Recolha de amostras das litologias do local (sempre sob orientação do professor, para não se criar um desequilíbrio nos locais em questão – o professor deve, em todas as paragens, por ocasião da recolha de amostras, lembrar os alunos da importância da preservação do património geológico, de modo a que os alunos desenvolvam uma consciência ambiental fundamentada).

Os guiões da saída organizar-se-ão do seguinte modo:

- O pequeno guião do aluno, que servirá de orientador da visita e de base de trabalho aos alunos, irá conter uma pequena introdução dos vários locais a visitar e algumas informações e questões-orientadoras para a pesquisa *in loco* dos alunos;
- O guião do professor irá ser bastante detalhado no que diz respeito ao enquadramento geológico geral da região e à descrição de cada uma das paragens planeadas para a Saída. Terá o objetivo de poder ser utilizado por qualquer professor, de modo a que consiga responder às dúvidas que possam surgir nos alunos em cada um dos locais em que são feitas as observações. Apresentará ainda fotografias dos locais a visitar durante esta saída e de estruturas geológicas e pormenores que devem ser tidos em atenção e abordados quando está a ser feita a explicação do local. Apresentará, ainda, várias dicas e sugestões que podem ser utilizadas pelos professores.

AULA 7: 25 de março

Aula de 60 minutos

Local: Sala de Aula

Sumário	Aula autónoma de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.
Situação-Problema	A questão investigativa desenvolvida por cada grupo
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none"> - Problematização e formulação de hipóteses; - Pesquisa em fontes bibliográficas de forma autónoma – organizando, selecionando e tratando informação; - Planeamento e realização de investigações teoricamente enquadradas; - Desenvolvimento da capacidade de trabalhar e tomar decisões em grupo; - Desenvolvimento da capacidade de argumentar/ debater; - Desenvolvimento da capacidade de prever acontecimentos com base em evidências e conhecimentos prévios; - Desenvolvimento da capacidade de refletir e apresentar conclusões. 	
Atividades	
<ul style="list-style-type: none"> - Nesta aula, haverá tempo e recursos para que cada grupo se possa juntar e consiga desenvolver a sua questão investigativa. Deste modo, o professor pode também ir acompanhando a evolução do trabalho dos alunos e estará sempre disponível para esclarecer as dúvidas que podem ir surgindo à 	

medida que a pesquisa bibliográfica vai sendo realizada e o trabalho construído.

Recursos

- Computadores com acesso à internet (1 por grupo)
- Cartas geológicas de Sintra na escala 1/50.000, com notícia explicativa (folhas 34-A Sintra e 34-C Cascais)

AULA 8: 26 de março

Aula de 120 minutos

Local: Sala de Aula

Sumário

Resolução e correção de exercícios de aplicação da matéria.
Trabalho autónomo de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.

Situação-Problema

A questão investigativa desenvolvida por cada grupo

Objetivos

- Problematização e formulação de hipóteses;
- Pesquisa em fontes bibliográficas de forma autónoma – organizando, selecionando e tratando informação;
- Planeamento e realização de investigações teoricamente enquadradas;
- Desenvolvimento da capacidade de trabalhar e tomar decisões em grupo;
- Desenvolvimento da capacidade de argumentar/ debater;
- Desenvolvimento da capacidade de prever acontecimentos com base em evidências e conhecimentos prévios;
- Desenvolvimento da capacidade de refletir e apresentar conclusões.

Atividades

- Na primeira parte da aula, será realizada, em grupo, uma ficha de exercícios de aplicação da matéria abordada nas aulas anteriores. Neste caso, esses exercícios corresponderão ao grupo I da 2ª Fase do Exame Nacional de Biologia e Geologia de 2009 (Anexo 5), que diz respeito à formação da Serra de Sintra, tema abordado e trabalho nas aulas anteriores. A realização de um grupo de Exame sobre exatamente aquilo que foi abordado durante a saída de campo e o trabalho investigativo pretende, entre outros aspetos, mostrar aos alunos que o que está a ser trabalhado em sala de aula lhes fornece ferramentas importantes sobre a interpretação de fenómenos geológicos e o desenvolvimento da literacia científica;
- Discussão, em turma, das respostas dadas à ficha de exercícios;
- Na segunda parte da aula, haverá tempo e recursos para que cada grupo se possa juntar e consiga desenvolver a sua questão investigativa. Deste modo, o professor pode também ir acompanhando a evolução do trabalho dos alunos e estará sempre disponível para esclarecer as dúvidas que podem ir surgindo à medida que a pesquisa bibliográfica vai sendo realizada e o trabalho construído.

Recursos

- Computadores com acesso à internet (1 por grupo)
- Cartas geológicas de Sintra na escala 1/50.000, com notícia explicativa (folhas 34-A Sintra e 34-C Cascais)

AULAS 9 e 10: 28 e 29 de março

Duas aulas de 60 minutos

Local: Sala de Aula

Sumário	Aula autónoma de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.
	Continuação do trabalho da aula anterior.
Situação-Problema	A questão investigativa desenvolvida por cada grupo
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none">- Problematização e formulação de hipóteses;- Pesquisa em fontes bibliográficas de forma autónoma – organizando, selecionando e tratando informação;- Planeamento e realização de investigações teoricamente enquadradas;- Desenvolvimento da capacidade de trabalhar e tomar decisões em grupo;- Desenvolvimento da capacidade de argumentar/ debater;- Desenvolvimento da capacidade de prever acontecimentos com base em evidências e conhecimentos prévios;- Desenvolvimento da capacidade de refletir e apresentar conclusões.	
Atividades	
<p>- Nesta aula, haverá tempo e recursos para que cada grupo se possa juntar e consiga desenvolver a sua questão investigativa. Deste modo, o professor pode também ir acompanhando a evolução do trabalho dos alunos e estará sempre disponível para esclarecer as dúvidas que podem ir surgindo à medida que a pesquisa bibliográfica vai sendo realizada e o trabalho construído.</p>	
Recursos	
<ul style="list-style-type: none">- Computadores com acesso à internet (1 por grupo)- Cartas geológicas de Sintra na escala 1/50.000, com notícia explicativa (folhas 34-A Sintra e 34-C Cascais)	

AULAS 11 e 12: 4 e 5 de abril

Duas aulas de 60 minutos

Local: Sala de Aula

Sumário	Início das apresentações dos pósteres científicos.
	Continuação das apresentações dos pósteres científicos.
Situação-Problema	A questão investigativa desenvolvida por cada grupo
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none">- Desenvolvimento da capacidade comunicativa e argumentativa;- Desenvolvimento de um espírito crítico, esclarecido e fundamentado;- Desenvolvimento de atitudes de valorização do património geológico (memória da Terra).	
Atividades	
<ul style="list-style-type: none">- Apresentação dos trabalhos de grupo (cada apresentação deve durar entre 10 e 15 minutos);- Discussão dos trabalhos por parte dos professores e alunos;- Conclusão da construção dos Mapas de Conceitos sobre Magmatismo;	

- Preenchimento dos questionários de auto-avaliação.

Recursos

- Computador
- Projetor para as apresentações orais

Nestas aulas serão realizadas as apresentações orais dos posters científicos à turma (cada grupo deve demorar, no máximo, 15 minutos) e vai haver, após cada apresentação, um espaço para o professor e os colegas comentarem os trabalhos uns dos outros. Estas apresentações e tempo para comentar os trabalhos pretendem o desenvolvimento da capacidade comunicativa e argumentativa sobre a reflexão feita acerca dos conhecimentos aprendidos. Permite também, aos alunos que assistem, aprender com os colegas e desenvolver um espírito crítico.

O professor deve ainda nestas aulas, partindo do que é abordado em cada trabalho, fomentar a discussão sobre possíveis ações a tomar na preservação do património geológico e da importância que o trabalho do geólogo tem na manutenção desse património.

Depois destas aulas, e tendo presentes as sugestões do professor e dos colegas, os grupos devem apresentar os seus pósteres a toda a comunidade escolar no dia da Feira da Ciência. Deste modo, os alunos podem partilhar os seus resultados com a comunidade, não encerrando o seu conhecimento ao ambiente de sala de aula, e podem criar uma campanha de consciencialização do público em geral para a importância da geologia na sociedade e na conservação do património geológico.

No final das apresentações, o professor distribui aos alunos os mapas de conceitos que foram preenchidos ao longo da intervenção para que estes, com uma terceira cor, possam completá-lo com conhecimentos que tenham adquirido durante a saída e no desenvolvimento do trabalho investigativo, tomando uma maior consciência da evolução dos seus saberes.

3.3.5. Avaliação

Segundo Martins *et al.* (2007), a avaliação é o processo de recolha e interpretação da informação acerca do progresso na aprendizagem dos alunos, orientador do seu percurso escolar, e tem como objetivo aferir os conhecimentos, competências e capacidades dos alunos e verificar o grau de cumprimento dos objetivos definidos nos programas (Decreto-Lei n.º 74/2004 de 26 de março do Ministério da

Educação, 2004). Consiste, assim, numa tarefa didática necessária e permanente no trabalho do professor, que deve acompanhar todos os passos do processo de ensino-aprendizagem dos seus alunos (Martins *et al.*, 2007). Deste modo, é através da avaliação que vão sendo comparados os resultados obtidos no decorrer do trabalho conjunto do professor e dos alunos, conforme os objetivos propostos, a fim de verificar progressos e dificuldades, e orientar o trabalho dos alunos para as correções necessárias (Galvão *et al.*, 2006). Ao mesmo tempo, a avaliação influencia também a forma como o professor ensina, ajudando-o a corrigir e a melhorar a sua metodologia de trabalho, permitindo-lhe uma revisão do plano de ensino, de modo a corresponder melhor às necessidades dos seus alunos, tornando mais claro quais os objetivos que se pretende atingir.

É ainda referido no Decreto-Lei nº74/2004 (2004), que existem duas modalidades de avaliação: a sumativa e a formativa.

A avaliação sumativa é a modalidade de avaliação mais utilizada (Leite, 2000), realizando-se, geralmente, no final do processo de ensino-aprendizagem, próximo do momento de classificação, através de testes e exames (Ferreira, 2009). Este tipo de avaliação quantifica o grau de aprendizagem dos alunos ao produzir “um juízo de valor final e global, que se exprime pelo posicionamento do aluno num ponto de uma escala de classificação tida como referência (que pode ser quantitativa ou qualitativa) na atribuição de notas.” (Ferreira, 2009, p. 149).

Por outro lado, a modalidade formativa de avaliação deve acompanhar e integrar todo o processo de aprendizagem (Leite, 2000), devendo haver uma recolha frequente de informação por parte dos professores (Martins *et al.*, 2007), sendo esta considerada um “elemento-chave no desenvolvimento do sucesso educativo” (Fernandes, 2007, p. 599). A avaliação formativa pretende informar os vários intervenientes – professores e alunos – acerca do progresso do processo de ensino-aprendizagem, permitindo que se readaptem estratégias (Matos, 2011) e, por isso, contribuindo para a qualidade da aprendizagem (Leite, 2000). Este tipo de avaliação não avalia apenas conhecimentos adquiridos por parte dos alunos, mas também avalia competências (Martins *et al.*, 2007). Permite, ainda, a autorregulação dos alunos, quando estes sabem *à priori* os critérios de avaliação e se o professor criar condições para que os alunos possam refletir sobre a sua própria aprendizagem (Martins *et al.*, 2007), através de um processo de *feedback* (Fernandes, 2004) ou de auto e heteroavaliação (Fernandes & Fialho, 2012). O *feedback* desempenha um papel fundamental na aprendizagem, uma vez que permite que os alunos sejam continua e regularmente informados acerca dos seus progressos,

permitindo o desenvolvimento de competências de autoavaliação e de autorregulação das suas aprendizagens (Fernandes, 2004). A autoavaliação é, por seu lado, um processo de regulação considerado interno ao próprio sujeito na medida em que é o próprio indivíduo que “toma consciência dos diferentes aspetos na sua atividade cognitiva” (Santos, 2002, p. 2). Por sua vez, a heteroavaliação permite aos alunos formular juízos de valor acerca do trabalho dos seus semelhantes, o que leva à regulação do trabalho de quem a efetua (Fernandes & Fialho, 2012).

Durante o processo avaliativo podem ser avaliados parâmetros como: o esforço e empenho dos alunos, através de um registo de observação e de autoavaliação; o seu comportamento e atitudes perante o trabalho a desenvolver, através de recolha informal e formal de informação, descritiva e explicativa; as competências desenvolvidas, através de listas de verificação, escalas de classificação e grelhas de observação – esta avaliação pode ser feita através da criação de situações de aprendizagem a partir de visitas de estudo, atividades experimentais, trabalho cooperativo, projetos, resolução de problemas, discussão de ideias ou planificação de atividades; e o conhecimento adquirido, através de observação (com grelhas de observação, registo de observação, listas de verificação e escalas de classificação), inquéritos (entrevistas, questionários, testes, fichas de avaliação), jogos didáticos, fichas de autoavaliação, mapas de conceitos (através da forma como o aluno hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra os conceitos, e da forma como o seu conhecimento evolui (Salles Gava *et al.*, 2003)), relatórios, classificações e apresentações (Galvão *et al.*, 2006).

No âmbito da presente prática de ensino supervisionada, a avaliação formativa decorreu ao longo de toda a intervenção, ainda que tenha tido maior incidência no processo de construção dos pósteres científicos (que fizeram parte da avaliação sumativa). Assim, para a avaliação formativa, contribuíram maioritariamente os diários de aula e as grelhas de observação na saída de campo e durante a realização do trabalho de grupo. Foi, também, sempre dado *feedback* aos alunos acerca do trabalho que iam desenvolvendo durante o processo de construção das apresentações, para que as pudessem melhorar. Este processo teve como grande finalidade esclarecer possíveis dúvidas e orientar os alunos no desenvolvimento dos seus trabalhos e tarefas. Por sua vez, a avaliação sumativa centrou-se nas respostas dadas aos guiões de campo (que ajudaram na avaliação individual de cada aluno, para diferenciar os vários elementos do grupo), nas apresentações dos trabalhos de investigação e nos pósteres em si, ou seja, na

documentação produzida pelos alunos. Os critérios de avaliação, bem como as notas que os alunos obtiveram, estão apresentados no Anexo 8.

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

4.1. Paradigma, Abordagem e Modalidade

O estudo realizado durante a prática de ensino supervisionada seguiu um paradigma interpretativo, uma vez que se trata de uma investigação em pequena escala, que assume um interesse prático, tendo como principal objetivo a compreensão das ações dos participantes, bem como o seu significado, sendo que os dados recolhidos são, sobretudo, descritivos (Cohen, 2007). Para além disso, os valores do investigador exerceram influência no processo, uma vez que este foi também o professor da turma participante no estudo, existindo, portanto, dependência do inter-relacionamento sujeito/objeto do estudo e, como tal, um considerável envolvimento pessoal, que causa algum risco de subjetividade ao estudo (Miranda, 2008).

Esta investigação seguiu ainda a modalidade investigativa de estudo de caso, uma vez que se baseou numa observação detalhada “de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar, tendo em vista uma busca circunstanciada de informações” (Ventura, 2007, p. 384); neste caso a observação, numa turma de 11º ano de escolaridade, da influência das atividades didáticas desenvolvidas no âmbito de uma saída de campo na aprendizagem dos alunos. Para além disto, outra das características desta modalidade diz respeito à diversidade das técnicas que foram utilizadas na recolha de dados – diários de aula, grelhas de observação, guiões de campo, pósteres, apresentações em sala de aula e questionários –, sendo que estas foram quantitativas e qualitativas, tendo em vista a elaboração de um quadro detalhado do caso em estudo (Costa *et al.*, 2013, p. 53). Deste modo, pode considerar-se a abordagem utilizada do tipo mista, em que o uso combinado de abordagens quantitativa e qualitativa providencia uma melhor compreensão dos problemas de investigação que qualquer uma das abordagens isoladas (Creswell & Clark, 2007). Contudo, ao longo de toda a investigação recorreu-se mais frequentemente a uma abordagem qualitativa do que quantitativa, uma vez que o maior interesse do estudo se prendeu com o processo, e não simplesmente com os resultados ou produtos; a fonte direta de dados foi o ambiente natural, constituindo o investigador o principal instrumento de investigação; a análise foi feita com recurso a indução, descrição e interpretação dos dados; e os dados recolhidos foram maioritariamente em forma de palavras e não de números, tendo o significado uma importância vital (Silva, 2013) (Bogdan & Biklen, 1994).

4.2. Contexto do Estudo

4.2.1. Breve Caracterização da Escola

A PES foi realizada numa instituição privada, localizada em Lisboa, numa zona predominantemente residencial, rica em acessibilidades. Nas suas proximidades existe, ainda, um espaço verde amplo muito frequentado pelos alunos, uma esquadra da PSP, várias superfícies comerciais, escritórios, laboratórios e consultórios médicos.

Esta Instituição, fundada em 2003, foi promovida por uma IPSS (Instituição Pública de Solidariedade Social), fundada em 2001 para promover a excelência no ensino, com uma consciência social muito forte, procurando assim ter um impacto positivo na sociedade⁴.

Erigida sobre diretrizes católicas, a instituição onde se realizou a PES tem na sua proposta educativa uma matriz fortemente assente na tradição cristã. Oferece, ainda, uma proposta de ensino personalizada no processo de crescimento e de verificação das propostas formativas e académicas⁵, insistindo, no caso das ciências, numa abordagem que permite experimentar o método científico: os alunos são convidados a participar em projetos, mobilizados na sua maioria para a Feira da Ciência; e para facilitar o aprofundamento dos conteúdos e a experimentação, as disciplinas de Geografia, Ciências da Natureza e Físico-Química são dadas respetivamente no 7º, 8º e 9º anos. Relativamente às línguas, para complementar a formação, aprende-se Alemão, Latim e Mandarim, do 5º ao 9º ano⁶.

Desde o Pré-Escolar até ao 12º ano, tendo como lema “A Escola da Nossa Vida”, a Instituição tem uma proposta educativa que procura acompanhar o desenvolvimento das crianças a partir dos três anos até à entrada no mundo universitário ou da formação profissional. Tem como missão favorecer o desenvolvimento da razão e da liberdade, de modo a contribuir para que cada aluno se torne uma pessoa feliz e completa, capaz de assumir a sua vida de forma responsável e criativa⁷.

As instalações são de grande qualidade e a arquitetura do edifício é bastante moderna. Como infraestruturas principais, para além das salas de aula, existem o relvado sintético, o auditório, dois ginásios, a capela, a reprografia, o refeitório, a biblioteca, o bar, os laboratórios e as salas de música. Os laboratórios de física, química,

⁴ Cf. www.colegiodestomas.com (consultado a 8.12.2018)

⁵ Cf. Projeto Educativo do Colégio de São Tomás

⁶ Cf. www.colegiodestomas.com (consultado a 8.12.2018)

⁷ *Ibidem*

biologia e geologia têm condições únicas, tendo uma dimensão que satisfaz as necessidades dos alunos, sendo modernos e muito bem equipados, constituindo verdadeiras salas de construção do saber científico, como se pode verificar pelo material lá existente e pela sua larga utilização por parte dos alunos. Todas as salas estão equipadas com projetor e estas são identificadas com nomes de Santos ou de personalidades da História e da Ciência, o que revela um dos métodos de ensino seguidos: a educação cristã e a valorização de grandes personalidades, a que os alunos devem seguir o exemplo.

A maior parte dos alunos pertence a uma classe social mais favorecida, como se pode comprovar pela tabela de preços da propina mensal⁸. Contudo, a admissão dos alunos privilegia candidatos com uma experiência rica, quer pelas suas dificuldades económicas, sociais, pessoais ou físicas. Em todos os casos existe uma integração especializada. Isto concretiza-se com o programa de “consciência social”⁹ no qual os alunos que não têm condições económicas para estudar no colégio têm acesso a bolsas de estudo. No caso dos alunos portadores de deficiência existe uma estrutura curricular que responde às suas necessidades específicas. Por esta razão existe um núcleo de apoio educativo com esta responsabilidade¹⁰.

4.2.2. Breve Caracterização da Turma

O estudo em causa foi realizado com os alunos de uma turma de 11º ano de Biologia e Geologia. A turma em questão resulta da junção dos alunos das turmas de 11º ano B e C que frequentam a disciplina, já que existem mais alunos em cada uma das turmas, da área de Ciências e Tecnologias, que não têm Biologia e Geologia.

A turma que acompanhei é formada por 24 alunos, dos quais 15 são raparigas e 9 são rapazes. Os alunos têm idades compreendidas entre os dezasseis e os dezoito anos, sendo que há três alunos que estão a repetir o ano – todos eles já terminaram o 12º ano, mas estão a assistir às aulas como alunos externos, para melhoria de nota no Exame Nacional. Este ano, a média de notas à disciplina na avaliação final do 2º Período foi de 15,0 valores. Este é um valor bastante satisfatório e acima da média global de todas as disciplinas, que foi de 14,0 valores. Em termos do desempenho dos alunos só houve uma negativa (8), tendo a melhor nota sido um 18.

⁸ Cf. www.colegiodesomas.com (consultado a 8.12.2018)

⁹ *Ibid.*

¹⁰ Cf. Projeto Educativo do Colégio de São Tomás

No geral, trata-se de uma turma bastante disciplinada e interessada, com gosto e vontade por aprender, sendo em todas as aulas colocadas questões bastante pertinentes e complexas. Este facto exige que o professor tenha um *background* científico adequado às exigências intelectuais dos alunos. Do mesmo modo, os alunos são bastante participativos, havendo sempre um bom envolvimento nas aulas, tornando-se estas bastante dinâmicas – fazem bastantes perguntas (muitas delas além-matéria) e gostam de mostrar que sabem; oferecem-se prontamente para ajudar o professor no que ele precisar (por exemplo, ir buscar fichas à sala de professores ou carregar materiais no laboratório); no final da aula muitos deles costumam ficar a tirar dúvidas com o professor ou simplesmente ficar à conversa, mostrando existir uma relação de grande proximidade entre professor e alunos.

Pelas características acima apresentadas, verificou-se que esta era uma turma ideal à realização de uma saída de campo associada a trabalho investigativo, já que neste tipo de atividades práticas é necessário que os alunos assumam, desde logo, um papel ativo e assertivo no desenrolar do processo de ensino/aprendizagem, de modo a desenvolverem atitudes científicas, e que não existam problemas significativos de indisciplina, já que se tratam de atividades no exterior (Almeida, 1998), que exigem que os alunos se saibam comportar e obedeçam às normas de segurança e indicações dos professores que os acompanham.

4.3. Instrumentos de recolha de dados

Os instrumentos de recolha de dados selecionados para esta investigação tiveram como objetivo dar resposta às questões de investigação apresentadas na introdução. Tendo isto em conta, e que a investigação seguiu uma modalidade investigativa de estudo de caso, de modo a recolher dados o mais detalhadamente possível, optou-se por aplicar diversos instrumentos de recolha de dados: a observação naturalista (através dos diários de aula e das grelhas de observação), os inquéritos por questionário (Anexo 10 e 11), e a documentação produzida pelos alunos (respostas às questões do guião de campo, mapas de conceitos e pósteres científicos (Anexo 9)). A diversidade de instrumentos de recolha de dados constitui uma mais-valia na investigação em educação, uma vez que permite ao investigador obter dados diferenciados e cruzá-los (Lessard-Hébert, Goyette & Boutin, 2005), contribuindo para a realização de um trabalho mais detalhado e fundamentado e, como tal, mais credível (Fraenkel & Wallen, 2006).

Tendo por base um paradigma interpretativo e uma abordagem mista, esta intervenção centrou-se na análise e apreciação da realidade, bem como nos significados das ações humanas e da vida social, no contexto de ensino-aprendizagem (Miranda, 2008). Assim, no âmbito deste trabalho, foi privilegiada a observação contínua e ao longo de todo o tempo em que decorreu a intervenção como uma das técnicas mais frequentemente utilizadas para a recolha de dados, uma vez que este método permite «selecionar informação pertinente, através dos órgãos sensoriais e com recurso à teoria e à metodologia científica, a fim de poder descrever, interpretar e agir sobre a realidade em questão» (Carmo & Ferreira, 1998). Neste sentido, o contexto das aulas constituiu a fonte direta de captação de dados, pois se «o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre, entende-se que as ações poderão ser melhor compreendidas se observadas no seu ambiente natural de ocorrência» (Miranda, 2008). Deste modo, no final de cada aula, com o propósito de recolher informação sobre os aspetos mais pertinentes da realização das atividades de aprendizagem, elaboraram-se pequenos diários de aula, nos quais constam notas, ocorrências e outros dados considerados pertinentes sobre cada sessão. Para além dos diários de aula, a observação foi também realizada através da utilização de grelhas de observação durante e no Pós-Saída, para uma maior tomada de consciência daquilo que foram as atitudes dos alunos ao longo da intervenção e para efeitos de avaliação.

Dada a natureza deste estudo, realizou-se uma observação participante, uma vez que se desempenhou o papel de professora simultaneamente com o de investigadora. Tal como Lessard-Hébert, Goyette e Boutin (2005) referem, a observação participante é adequada quando se deseja compreender um meio social a que não pertencemos, permitindo uma integração progressiva nas atividades.

Realizaram-se, também, questionários aos alunos para maior perceção acerca do impacto que a Saída de Campo possa ter criado nas suas aprendizagens. Deste modo, realizaram-se dois inquéritos – um no início da intervenção e outro no final –, de modo a cruzarem-se os dados dos dois e a tirarem-se conclusões a partir daí, que permitiram responder às questões orientadoras da investigação. Os inquéritos por questionário consistem num “conjunto de questões relativas a uma ou mais variáveis a serem medidas” (Rojas, 1998) e são instrumentos de recolha de dados bastante úteis em qualquer metodologia de investigação, possibilitando a recolha de dados e informação acerca de um grupo de participantes num curto espaço de tempo (Rojas, 1998); no caso

desta investigação torna-se bastante útil, pois a intervenção teve um tempo limitado de cerca de três semanas.

Foi feita, ainda, uma recolha de documentação produzida pelos alunos – guiões do aluno, pósteres e apresentações realizadas em sala de aula. Tal como Yin (2010) refere, este tipo de dados constitui um importante instrumento na medida em que permite não só compreender se as aprendizagens dos alunos estão ou não consolidadas, mas também obter *feedback* relativamente à eficácia dos métodos de ensino aplicados na compreensão dos conteúdos abordados, por parte dos alunos.

5. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

5.1. Diários de Aula

Nesta secção será feita uma descrição sumária das aulas lecionadas, bem como uma reflexão acerca das mesmas.

5.1.1. Aula 1 (12 de março)

Sumário: Início do estudo do magmatismo: os minerais e a matéria cristalina.

Esta aula teve a duração de 120 minutos e passou-se no laboratório.

Esta primeira aula da intervenção iniciou-se com uma explicação detalhada de tudo aquilo que iria ser feito ao longo das três semanas seguintes: começou por se mostrar a calendarização e planificação das aulas das três semanas seguintes e explicou-se que iria ser abordada e trabalhada em sala de aula a unidade referente ao magmatismo e, para consolidação de conhecimentos, iria ser realizada uma saída de campo ao Complexo Ígneo de Sintra. De seguida, mostraram-se várias imagens dos locais que iriam ser visitados durante a saída, de modo a despertar o interesse dos alunos, e ouviram-se alguns comentários entusiasmados como “Lindo!” ou “Que fixe!”.

Depois disto, explicou-se que essa saída estaria relacionada com o desenvolvimento de uma questão-investigativa criada pelos alunos durante o pré-saída e trabalhada em grupo sobretudo nas aulas do pós-saída, para que na primeira semana de abril os grupos pudessem apresentar à turma um póster científico, que posteriormente seria exibido na Feira da Ciência do Colégio. Quando se falaram dos critérios de avaliação do trabalho (Anexo 8), notou-se algumas trocas de olhares de alunos em pânico, ao ouvirem o que iria ser feito nas semanas seguintes, mas foi-lhes dito que haveria bastante tempo para trabalhar em aula, e que poderiam sempre contar com a ajuda do professor, quando fosse preciso. Notei que a maior parte dos alunos pareceu preocupada e assustada com o trabalho investigativo, provavelmente porque nunca tinham desenvolvido um trabalho deste género, ainda para mais no contexto da geologia. Depois, perguntou-se se havia dúvidas e todos disseram que não. Respondi que se não havia agora, elas iriam certamente acabar por surgir e os alunos riram-se.

Depois desta explicação, a turma foi distribuída em quatro grupos de trabalho (os mesmos até ao fim da intervenção), cada com cerca de cinco alunos, de modo a que cada grupo pudesse ter uma bancada do laboratório só para si. Não houve protestos e os

alunos mostraram-se entusiasmados com os grupos em que ficaram, mostrando existir uma grande cumplicidade entre colegas naquela turma. A formação dos grupos teve como propósito criar grupos heterogêneos, tendo-se tido em atenção as características individuais de cada aluno, uma vez que isso traz grandes vantagens para o processo de aprendizagem de todo o grupo.

De seguida, já com os grupos formados, distribuíram-se folhas brancas pela turma e pediu-se a cada aluno que fizesse um mapa de conceitos sobre o magmatismo. De modo a assegurar que todos os alunos sabiam construir um mapa de conceitos, mostrou-se um exemplo de um mapa sobre rochas sedimentares. Muitos alunos mostraram-se preocupados, uma vez que o mapa sobre rochas sedimentares que foi apresentado estava bastante completo e os alunos disseram que não tinham conhecimentos suficientes sobre o magmatismo para construir um mapa assim. Explicou-se que o objetivo era eles começarem a fazer o mapa naquela aula, mas que teriam de o completar no final da unidade temática estar dada, com uma cor diferente, e depois novamente no final da intervenção, de modo a percebermos juntos qual a evolução do seu conhecimento. Que era normal os mapas por enquanto ficarem bastante incompletos, porque ainda não era um tema que eles dominavam.

O aluno que está a repetir o ano por causa da nota do exame nacional (que eu tinha algum receio que não tivesse muita paciência para mim a dar as aulas, uma vez que já conhecia o tema que estava a ser abordado) aderiu muito bem ao desenrolar da aula e perguntou logo se no mapa de conceitos tinha de pôr apenas o que era suposto ter aprendido até ali (como se fosse aluno de 11º ano), ou tudo o que sabia acerca do assunto. Disse-lhe, muito satisfeita, que pusesse tudo o que sabia.

Depois disto, foi feita uma pequena introdução à unidade das rochas magmáticas, através de um processo de questionamento (com o jogo “Quem quer ser geólogo?” – quando os alunos ouviram o nome do jogo riram-se) sobre assuntos que já tinham sido abordados no 10º ano ou nesse ano, ou aos quais os alunos, com alguma reflexão, conseguiam chegar sozinhos, conciliando conhecimentos anteriores – o que é uma rocha magmática?; o que é o magma? qual a diferença que existe entre magma e lava? onde é que se formam magmas e, consequentemente, rochas magmáticas?; porque é que só há fusão de rochas do manto nestas zonas?; quais as condições que favorecem a formação de magmas?; por que é que a rocha, quando funde e forma magma, ascende?; de acordo com o modo de jazida, que tipos de rochas magmáticas existem?; qual a diferença mais significativa que encontramos entre elas?; qual é que é a unidade constituinte das

rochas?; como é que se formam os minerais?; quais é que são as características dos minerais?; o que é o isomorfismo e o polimorfismo?; o que é que é a estrutura cristalina?; que processos intervêm na formação da estrutura cristalina nos minerais?

Esta parte da aula correu muito bem, uma vez que todos os grupos aderiram de forma entusiasmada, participativa e ordenada, elegendo um porta-voz de equipa e todas as equipas pareceram discutir e refletir sobre as questões antes de levantar o braço para responder. Em quase todas as perguntas viu-se os quatro grupos a levantar o braço, embora um dos grupos (grupo I) levantasse quase sempre mais rápido que os outros. Mesmo as questões mais difíceis, foram respondidas, embora os alunos comesçassem sempre a resposta por “professora, não tenho a certeza, mas acho que...”. Tentou-se que todos os grupos respondessem mais ou menos ao mesmo número de perguntas e, por isso, por vezes pedia-se que grupos que não levantaram o braço respondessem (o grupo IV demorava sempre mais tempo a chegar a uma conclusão, e por vezes precisavam de um incentivo extra para responder). Tanto o grupo IV, como o grupo II (que se precipitava sempre para responder, não parecendo haver grande discussão em grupo antes de chegarem a uma resposta) e o grupo I erram cada um, uma resposta. O grupo II riu-se, mas os outros dois grupos mostraram-se incomodados por errar. Foi-lhes explicado que estavam ali para aprender, por isso era mais importante arriscarem as suas hipóteses, que terem medo de errar. Que ao contrário do jogo verdadeiro, ali não havia nada a perder. Mesmo as respostas erradas serviram de ponto de partida para se criar uma pequena discussão em turma, passando a pergunta para outro grupo tentar responder. Assim, para todas as perguntas lançadas à turma foram sempre os alunos a chegar às respostas, tendo o professor servido apenas de intermediário. As perguntas “porque é que só há fusão de rochas do manto nestas zonas?; o que é que é a estrutura cristalina?; que processos intervêm na formação da estrutura cristalina nos minerais?” foram as que originaram mais discussão e que os alunos precisaram de algumas pistas para chegar à resposta.

Depois desta pequena introdução, pediu-se a cada grupo que discutisse durante uns momentos e tentasse responder à seguinte questão: “De que modo é que a temperatura influencia a formação e o desenvolvimento de cristais?”, de maneira a formularem uma hipótese. Seguidamente, explicou-se aos alunos que teriam de testar essa hipótese através da realização de uma atividade experimental, em que teriam de verificar a influência da temperatura no processo de formação de cristais de enxofre – esta experiência permite o estudo da estrutura da matéria cristalina, através da obtenção de

cristais em laboratório em pouco tempo. Quando ouviram que iriam realizar uma atividade experimental, os alunos mostraram-se bastante entusiasmados (ouviram-se expressões como “yes!” ou “boa!”), mas quando perceberam que teriam de ser eles a decidir qual o procedimento a utilizar para testar a hipótese levantada e quais os materiais de laboratório que precisariam para o fazer, notou-se que alguns deles desmotivaram, ouvindo-se até um “que seca, não gosto disto”.

Antes de começarem a trabalhar, chamou-se a atenção dos alunos para as analogias entre a atividade sugerida e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os fenómenos.

A genica inicial que se notou nos grupos (principalmente nos grupos I e III), que começaram prontamente a trabalhar e a discutir como realizar a experiência, rapidamente foi substituída por uma onda de dúvidas sobre o que é que era preciso fazer. Esta turma, apesar de ter um método de trabalho muito bom, não está habituada a trabalhos com tanta autonomia e ninguém queria arriscar começar a trabalhar, sem que se verificasse que estavam a planear bem a atividade. À medida que se aproximou das bancadas para ver o protocolo desenvolvido pelos alunos, verificou-se que todos os grupos perceberam que a formação de cristais está intimamente relacionada com a velocidade de arrefecimento do material em fusão e que, quanto mais lenta a velocidade do arrefecimento, maiores os cristais que se formariam. Assim, quase todos os grupos perceberam que tinham de começar por fundir o enxofre em pó e, depois, tinham de o colocar a arrefecer a diferentes temperaturas – uma mais quente (em banho-maria), uma intermédia (à temperatura ambiente) e uma mais fria (no gelo). Fiquei muito satisfeita com o trabalho desenvolvido pelos grupos, que mostrou que tinham compreendido o que tinha sido discutido anteriormente e que eram capazes de conciliar conhecimentos. Apenas o grupo IV teve maior dificuldade em perceber como é que se poderiam obter cristais de enxofre a partir do enxofre em pó, mas quando se perguntou como é que se formavam as rochas magmáticas e responderam “a partir de material rochoso em fusão”, perceberam que tinham de o fundir primeiro. Depois disso, o desenvolvimento do resto do procedimento surgiu de forma fluída.

Durante o processo de fusão do enxofre, verificou-se que nenhum grupo consultou o rótulo da embalagem do enxofre para verificar qual a sua temperatura de fusão (cerca de 115°C) e, portanto, todos colocaram a placa de aquecimento a temperaturas inferiores à temperatura de fusão do enxofre, e queixaram-se porque não estava a acontecer nada. Assim, começaram a chamar, muito surpreendidos e preocupados, porque o enxofre não

fundia. Quando se percebeu que nenhum grupo estava a fazer o que era suposto, mandou-se toda a gente parar o que estava a fazer e alertou-se para a necessidade de ler sempre os rótulos das embalagens dos produtos utilizados em atividades laboratoriais.

Durante o tempo em que os grupos esperavam pelos resultados (no processo de arrefecimento do enxofre nos três meios), pediu-se aos alunos que respondessem ao questionário inicial (Anexo 10).

Cerca de 15 minutos depois de se ter colocado o enxofre a arrefecer nos diferentes meios, os alunos começaram a dizer que já tinham resultados. Fui ter com cada grupo para verificar a sua hipótese inicial e confrontá-la com os resultados obtidos. Todos os grupos obtiveram os resultados que estavam à espera.

Durante esta fase, um aluno do grupo III veio ter comigo e confessou que, quando estava a colocar o cadinho com enxofre fundido no recipiente com gelo, este virou-se e entrou água gelada e que, por isso, os resultados daquele grupo estavam adulterados. Respondi-lhe que, pelo contrário, tinham obtido a formação de matéria amorfa, uma vez que a mistura de água gelada com o enxofre em fusão tinha levado a um arrefecimento tão rápido, que não tinha havido tempo de se formar qualquer matéria cristalina. Assim, pedi a cada grupo que fosse verificar à lupa este cadinho, e o comparasse com os cadinhos que arrefeceram mais lentamente, em banho-maria, porque eram os dois extremos opostos e, por isso, se conseguiam ver bem as diferenças. Fiquei contente porque, a partir de uma situação não planeada, os alunos tiveram oportunidade para verificar, de forma evidente, a formação de matéria amorfa (que no gelo não se formou totalmente, uma vez que o laboratório estava bastante quente e, apesar de se ir renovando o gelo, houve formação de alguns cristais neste meio).

Esta parte da experiência foi o que me deixou com mais medo, uma vez que é uma atividade que, por muito bem que a planeemos, existem sempre fatores alheios a nós e a atividade podia correr bastante mal (nenhum grupo obter os resultados esperados, ou a atividade durar mais tempo que o planeado e não haver tempo para os alunos a acabarem). Felizmente correu perfeitamente e pareceu-me que todos os alunos perceberam o que foi feito e gostaram bastante de o fazer. Mesmo os alunos que começaram desmotivados por terem de ser eles a planificar a atividade prática, durante a realização da experiência mostraram-se interessados e participativos. Mas fez-me tomar maior consciência para o porquê de muitos professores optarem por não realizar atividades experimentais, uma vez que cria uma grande insegurança nos professores, que deixam de controlar tanto a aula, porque deixam de ser os principais sujeitos no

processo de ensino-aprendizagem. Há que combater esse medo, porque estas atividades são muito vantajosas para a aprendizagem dos alunos.

Depois desta experiência e de se ter criado um momento de discussão dos resultados em turma, mostraram-se imagens de vários cristais e introduziu-se os conceitos euédrico, subédrico e anédrico.

A aula terminou com uma questão lançada à turma, que se deixou em aberto para a aula seguinte: “Que rochas magmáticas conhecem? Como é que, existindo dois modos de jazida, vocês conhecem mais que duas rochas magmáticas?” – esta questão serviria de ponto de partida se falar dos vários tipos de magma e do processo de diferenciação magmática.

Penso que esta aula correu muito bem. Foi tudo de acordo com o que estava planeado e os alunos mostraram-se sempre motivados, interessados e participativos. No início estava bastante nervosa, uma vez que se tratava da primeira aula da minha intervenção e, além disso era uma aula muito focada nos alunos e tinha uma atividade experimental (e, portanto, eu não tinha um grande controlo sobre essas partes da aula, apesar da preparação prévia), mas com o decorrer da aula fui ficando cada vez mais à vontade e no final da aula o professor cooperante e a orientadora disseram que não se reparou o nervosismo. O professor cooperante disse-me ainda que tinha ficado muito satisfeito porque nunca tinha visto a Madalena (do grupo II) participar numa aula, e que tinha gostado muito disso (a Madalena é uma aluna que é campeã nacional de esgrima e só pensa no assunto, nunca estando atenta às aulas, participativa ou interessada em aprender). Este tipo de *feedback* é muito importante para mim, porque dá-me motivação e segurança.

5.1.2. Aula 2 (15 de março)

Sumário: Diversidade de magmas e diferenciação magmática.

No início desta aula estava com algum receio porque se iria abordar uma matéria que os alunos costumam ter alguma dificuldade em perceber logo à primeira. Por isso, tive medo que a minha explicação não fosse suficientemente clara, ou de dar a aula a um ritmo que os alunos não conseguissem acompanhar e, no final, saíssem da aula cheios de dúvidas. Também não tinha a pretensão que percebessem todos e à primeira, mas queria ser suficientemente clara para que as dúvidas que surgissem, fossem dúvidas que mostrassem um certo acompanhamento da matéria.

Assim, dei a aula a um ritmo mais demorado que o normal, com pausas entre cada explicação e a perguntar se havia dúvidas (havendo, pedia a um aluno voluntário que explicasse – a Júlia pôs sempre o dedo no ar para responder, embora nem sempre desse a resposta mais completa; contudo, partindo da explicação dela, a Leonor, o João ou a Catarina pediam para completar o seu raciocínio – não havendo, pedia a um aluno que se mostrasse mais distraído para repetir o que tinha sido dito, de modo a verificar se estava a acompanhar ou não). Na maior parte das vezes os alunos responderam que não tinham dúvidas, o que me fez ficar um bocado na dúvida se estavam a perceber ou não. Contudo, no final da aula o professor tranquilizou-me e garantiu-me que era sempre assim, porque eles acham sempre que perceberam (a matéria não parece complicada no início), mas quando fazem exercícios sobre esta matéria percebem que afinal as coisas não são assim tão simples. O professor elogiou também o ritmo a que eu levei a aula, referindo que era importante esta capacidade de adaptar o ritmo das aulas às matérias que estão a ser dadas, sem medo de não cumprir o programa da aula à risca – que era mais importante dar bem a matéria, a fazer tudo o que estava inicialmente planeado, respeitando o ritmo de aprendizagem dos alunos. Referiu ainda que o facto de ser professor há já tantos anos o fazia por vezes esquecer que o que era claro como a água para ele, não o era para os alunos, por isso o ritmo dele por vezes era demasiado rápido e os alunos nem sempre conseguiam acompanhar.

Deste modo, esta aula começou com um pequeno questionamento à turma, de modo a mobilizar conhecimentos aprendidos na aula anterior e em anos anteriores, retomando as questões que tinham ficado por responder na aula anterior: Qual o modo de jazida das rochas magmáticas? Como é que estas rochas se formam? Que rochas magmáticas conhecem? As respostas foram rápidas a chegar, havendo dedos no ar de quase todos os alunos. Só na última questão é que se pediu ao Pedro que enunciasse as rochas magmáticas que conhecia, e ele só sabia o granito e o basalto, tendo depois a Leonor completado com o gabro e o riólito, mas mais nenhum aluno conhecia mais rochas magmáticas. Disse-lhes que não se preocupassem, porque na aula seguinte iriam aprender mais. Contudo, pude pegar nas respostas dadas pelos alunos para lançar a questão-chave para o resto da aula: Como é que, existindo dois modos de jazida, vocês conhecem mais que duas rochas magmáticas? Foi-lhes pedido que discutissem em grupo uma possível resposta, mas os grupos mostraram-se com dificuldade em perceber como é que isso acontecia. Disse-lhes que podiam consultar o manual, se quisessem, mas mostrei-lhes duas amostras de mão (de basalto e riolito) e pedi-lhes que não se

preocupassem em classificar aquelas rochas, mas que pensassem nas diferenças entre elas. O Lourenço respondeu logo “a cor!”, e eu perguntei o que é que afetava a cor da rocha, ao que a Júlia respondeu “o tipo de minerais que a constituem”. Daqui surgiu o grupo I com uma hipótese de resposta: “existem diferentes tipos de magmas, com composições químicas diferentes – um mais ácido, um intermédio e um mais básico –, o que gera minerais também diferentes”.

Fiquei muito satisfeita com esta resposta daqui parti para explicar os critérios de classificação dos vários tipos de magma (com base na composição química) e onde é cada um se forma, com recurso a imagens, esquemas e tabelas comparativas. Perguntei se havia dúvidas, e todos os alunos disseram que não.

Seguiu-se uma nova questão: “E se vos for dito que, mesmo partindo de um único magma inicial, se podem obter rochas magmáticas de diferentes naturezas mineralógicas?” (referi o caso do Complexo Ígneo de Sintra, onde se encontra granito e basalto). “Como é que acham que isso pode ocorrer?” O João fez cara de caso e disse “agora é que estamos tramados”, fazendo rir os colegas. Pedi-lhes novamente que discutissem em grupo e procurassem no manual, mas a resposta não era muito complicada. O grupo III respondeu, ao fim de uns minutos “achamos que possa ser um magma que se transforma, por alguma razão, por exemplo o magma intermédio que se mistura com água, e isso muda a sua composição química”. Partindo desta resposta, introduziu-se o conceito de diferenciação magmática. Depois, explicou-se, com auxílio de esquemas, os processos de diferenciação gravítica, cristalização fracionada, assimilação magmática e mistura de magmas.

Quando se estavam a explicar as séries reacionais de *Bowen*, com base nas temperaturas de fusão, perguntei-lhes qual daqueles minerais era o mais resistente à erosão, e ouviu-se várias respostas simultâneas “o quartzo”, tendo o Lourenço completado “é o que encontramos com mais facilidade na areia da praia”. Parti daqui para explicar que, quanto menor a temperatura de fusão (ou de cristalização) de um mineral, maior a capacidade de resistência à meteorização e erosão, porque os cristais se formam em condições mais parecidas com as da superfície. Assim, virou-se a série de *Bowen* ao contrário e apresentou-se a série de *Goldich*, que mostra a resistência dos minerais à meteorização. Ouviram-se uns “Uhhh” de surpresa e um “espetacular” do João. Deste modo, fez-se uma ligação entre a nova matéria e uma matéria que os alunos já conheciam (referente aos processos de sedimentogénese).

Depois desta pequena exposição, falou-se brevemente do caso específico do Complexo Ígneo de Sintra, a visitar durante a Saída de Campo, lançando-se a seguinte questão aos alunos: “Se Portugal não se localiza próximo de fronteiras de placas, como se formou a Serra de Sintra?”, tendo o Manel respondido “então, deve ter sido por causa de um hotspot”. Daqui perguntou-se: “Mas se se formou a partir de um hotspot, porque é que a serra não é maioritariamente formada por rocha magmática do tipo gabro, mas sim do tipo granito?” A Júlia respondeu logo “por causa da diferenciação magmática”, sem desenvolver. Perguntei “que processo de diferenciação magmática?” e a Leonor respondeu “deve ter sido aquilo da série reacional”. Respondi que tinham de ter cuidado com isso, porque o magma riolítico que se forma a partir deste processo é apenas residual, o que não explica o enorme volume de granito que constitui a serra de Sintra. Somente 10% de um magma com composição química basáltica pode diferenciar-se em magma riolítico”. Pedi-lhes que discutissem em grupo uma hipótese, para ser apresentada aos colegas na aula seguinte.

No final da aula devia ter havido um *Kahoot!* (Anexo 4) para assimilação de conhecimentos, e também para que os alunos tomassem consciência do tipo de perguntas que podem ser feitas sobre esta matéria (o jogo foi construído só com questões de exame), mas como o professor me pediu 10 minutos da aula para conversar com os alunos sobre a inscrição nos exames nacionais, ficámos com pouco tempo para o fazer. Avisei os alunos para este facto e perguntei-lhes se queriam jogar nessa aula, ou deixávamos para a seguinte, e os alunos insistiram em jogar nessa aula, não se importando de perder 5 minutos de intervalo. Fiquei muito satisfeita com a resposta deles, porque mostrou que tinham gostado da aula e estavam entusiasmados em jogar e pôr à prova os seus conhecimentos. Infelizmente, a internet do colégio estava a funcionar mal e não foi possível, mesmo assim, concluir o jogo naquela aula. Prometi-lhes que se jogaria numa das aulas seguintes.

Depois do toque de saída vieram também ter comigo algumas alunas (a Júlia, a Ana, a Inês e a Maria) pedir-me que pusesse os powerpoints no moodle da turma. Isto deixou-me bastante satisfeita, uma vez que mostra o empenho e preocupação dos alunos por aprender, por fazer as coisas com tempo e por tirar bons resultados.

5.1.3. Aula 3 (18 de março)

Sumário: Aula autónoma de pesquisa sobre o CIS.

Esta foi a primeira aula autónoma que dei. Estava nervosa porque não sabia bem o que esperar da turma, visto eles não estarem muito habituados a esta metodologia de trabalho. Achei que, por isso, a aula poderia ser um desastre e os alunos não trabalharem nada, desaproveitando o tempo da aula para brincar e conversar, visto neste tipo de aulas o professor ter de assumir um papel mais passivo, o que me tornava mais impotente acerca do que se passava na aula. Contudo, correu tudo de acordo com o esperado.

Antes de começarem o trabalho de grupo, introduziu-se a aula no ponto em que a aula anterior acabou – com a questão que tinha sido inicialmente lançada à turma “Se a Serra de Sintra se formou a partir de um ponto quente, como é que tem natureza granítica?”. Fiquei bastante satisfeita com a resposta que o grupo I me deu, referindo que achavam que associados ao processo de diferenciação gravítica por cristalização fracionada têm de estar outros, nomeadamente a fusão parcial das rochas da crosta continental, que acidificam o magma original. Fiquei bastante satisfeita com a resposta, porque verifiquei que, pelo menos alguns dos alunos, tinham prestado atenção e tinham percebido aquilo que tinha sido falado na aula anterior e tinham feito algum trabalho reflexivo e de pesquisa em casa. Os outros grupos mostraram que não tinham pensado mais no assunto e confessaram que se tinham esquecido de ir procurar.

Partindo deste ponto, foi feita uma breve introdução à geologia da Serra de Sintra, explicando-se o processo que levou à sua génese, apenas para contextualizar os alunos com aquilo que teriam de procurar durante a sua pesquisa bibliográfica, ajudando-os no início do processo investigativo. Depois perguntei se havia dúvidas e os alunos começaram a perguntar coisas sobre a elaboração do trabalho em si e, portanto, expliquei-lhes novamente o objetivo do trabalho final – a construção de um poster científico, onde se inclui o contexto geográfico, geológico, litológico, geomorfológico e geotectónico da região em questão e a resposta à questão investigativa desenvolvida por cada grupo – e disse-lhes que aquela aula e a aula de dia 21 serviriam para eles começarem já (com a ajuda da pesquisa pelos vários sites e artigos disponibilizados no moodle da turma) a pensar na questão investigativa que queriam desenvolver – era importante irem com a questão pensada para a saída de campo, para poderem observar no local aquilo que queriam investigar e tornar a pesquisa mais real e palpável.

Partindo daqui, foram apresentados alguns exemplos de questões investigativas que pudessem orientar o trabalho dos alunos, para que eles percebessem o que é que se pretendia que eles fizessem. Percebi, com o desenrolar da aula, que talvez não tenha

sido boa ideia dar-lhes exemplos de questões-investigativas, ou pelo menos não ter dado tantos, porque os alunos se prenderam muito aos exemplos que dei, e não se esforçaram por pensar eles em novas questões investigativas.

Dos quatro grupos formados, apenas um saiu desta aula com uma questão investigativa definida – o grupo I, que resolveu investigar qual a influência da Geologia de Sintra na vegetação do meio envolvente. Contudo, o trabalho de todos os grupos foi bastante satisfatório, mostrando-se focados e empenhados em trabalhar (apenas no grupo II é que a brincadeira se sobrepôs ao trabalho, mas mesmo esse foi-me chamando algumas vezes para pedir orientações).

Verificou-se nesta aula que os alunos não estão habituados a trabalhar sozinhos, sentido grande necessidade de me ir chamando para ir pedindo opiniões ou validar o trabalho que estavam a fazer, trabalhando de forma muito lenta e pouco produtiva: a Leonor perguntou se era melhor começarem por ler sobre o enquadramento geológico de Sintra e, daí desenvolver a questão investigativa, ou se era preferível pensar primeiro na questão investigativa, e daí partir para a construção do resto do trabalho; o João perguntou se o grupo dele podia utilizar uma das questões investigativas por mim propostas, em vez de serem eles a desenvolver uma, porque as que eu tinha sugerido eram melhores que aquelas em que eles poderiam pensar; o Manel perguntou qual dos documentos disponibilizados no *moodle* era para ler primeiro. Assim, verificou-se que nenhum grupo sentia grande à vontade ou confiança a trabalhar sozinhos. Mesmo o grupo I, que se mostrou mais autónomo, me pediu ajuda a estruturar a questão investigativa.

Apesar desta aula ter, no geral, corrido bem, fiquei um pouco preocupada com o ritmo de trabalho dos alunos (visto o tempo da intervenção ser limitado e as apresentações terem dias definidos), percebendo eles iriam ter de trabalhar também fora do tempo das aulas.

5.1.4. Aula 4 (19 de março)

Sumário: Diversidade de rochas magmáticas: observação e análise de rochas em amostra de mão.

Esta aula passou-se no laboratório e começou com o jogo *Kahoot!* (Anexo 4), que tinha sido inicialmente planeado para a aula de dia 15. Os alunos aderiram com grande entusiasmo e os grupos mostraram-se bastante recetivos e competitivos entre si. A escolha dos nomes dos grupos mostrou também bastante boa disposição por parte dos

alunos (balastros, geolovers, saída de campo e pedras), que se via estarem a gostar de estar ali. Os resultados obtidos foram bastante animadores (72,58% de respostas corretas, 27,42% de respostas erradas), mostrando que em todos os grupos houve alunos que compreenderam os conceitos abordados. O grupo III acabou por ganhar, seguido pelo grupo I (que perdeu porque demorava mais tempo a responder; e sempre que falhavam, os alunos ficavam bastante dececionados), depois o grupo II (que se percebia estar demasiado preocupado com o tempo, que em refletir em grupo sobre qual a resposta certa, precipitando-se por vezes e respondendo mal – ouvia-se o Lourenço “eu disse que era a outra!”) e, no final, o grupo IV (que, ao contrário do grupo II, demorava demasiado tempo a decidir qual era a resposta certa, deixando o tempo acabar e, assim, não conseguindo responder e falhando a resposta).

De seguida, passámos para o segundo momento da aula. Apresentou-se a cada grupo 5 amostras de rochas magmáticas (riólito, granito, diorito, basalto e gabro – infelizmente, não havia no colégio amostras de mão de andesito) e lançou-se a seguinte questão: Que critérios permitem classificar as diferentes rochas magmáticas?

Através da observação das rochas, e de alguma reflexão em grupo, perguntei ao grupo IV (uma vez tratar-se do grupo menos participativo) quais as diferenças que encontravam nas rochas e eles responderam cor, tamanho e tipo de minerais. Fiquei satisfeita com a resposta e expliquei que as principais diferenças identificadas eram exatamente ao nível da cor, da textura e da composição mineralógica (expressão da composição química) das rochas.

De seguida, foi entregue a cada aluno uma ficha de classificação de rochas magmáticas em amostra de mão (Anexo 3), e pediu-se para completarem em grupo a primeira tabela, com base nas observações feitas com o auxílio de lupas. Verificou-se uma grande adesão a esta tarefa por parte de todos os grupos, que trabalharam em conjunto para identificar as características das rochas. Uma vez que o grupo II se despachou antes dos outros, começaram a brincar e a falar alto, o que me fez ir ver o que é que andavam a fazer. Verifiquei que a tabela estava toda corretamente completada, mas a última coluna (referente aos outros minerais identificados, estava por fazer). A Madalena disse-me que não sabiam fazer, porque não conseguiam identificar minerais. Assim, disse a toda a turma para se deslocarem à bancada do fundo, onde estavam dispostas amostras de minerais devidamente identificados e, com base na comparação do aspeto das amostras com os minerais observados à lupa nas rochas, conseguiam completar a última coluna da tabela.

Depois de todos os grupos terem completado a primeira tabela, foi-lhes pedido que apresentassem aos colegas as conclusões a que tinham chegado. O grupo I descreveu a cor, o II a existência de cristais macroscopicamente visíveis e a dimensão relativa dos cristais, o III a presença ou ausência de quartzo e o IV identificou os minerais das rochas. Uma vez que faltaram alguns minerais ao grupo IV, pediu-se aos outros grupos para completarem. A Inês referiu que o granito tinha piroxena e pedi aos grupos que pensassem se isso seria assim. No grupo III foi dito, com algum medo “nós achamos que não, porque o aspeto não é igual”. Perguntei “Mas mesmo que não soubessem qual era o aspeto da piroxena, acham que ela pode existir no granito?”. Após alguns minutos, a Júlia responde “não, porque a piroxena forma-se a partir de um magma básico e o granito é uma rocha ácida”. Peguei na resposta desta aluna para explicar que minerais que têm pontos de fusão tão diferentes como o quartzo e a piroxena não existem na mesma rocha. Por isso é que a piroxena existe no gabro e no basalto, mas o quartzo não, e o quartzo encontra-se no granito e no riólito, mas a piroxena não.

Ao mesmo tempo, à medida que os alunos foram referindo as diferenças que encontraram, foram sendo introduzidos novos conceitos – no que diz respeito à cor, leucocrata, mesocrata e melanocrata; no que se refere à textura, fanerítica, afanítica e vítrea/ amorfa; minerais essenciais e acessórios, para a composição mineralógica – e, depois, pediu-se aos grupos que estavam a responder que aplicassem esses conceitos ao critério de classificação que estavam a apresentar. Em todos os grupos, essa aplicação foi feita corretamente.

Partindo desta primeira análise, perguntou-se a vários alunos qual o modo de jazida de cada rocha (o Zé respondeu corretamente, dizendo quais as rochas intrusivas e a Inês quais as rochas extrusivas). Perguntei à Ana qual o critério que permite definir o modo de jazida, ao qual ela respondeu prontamente “a textura, professora”. Depois, perguntou-se quais as rochas que apresentavam cristais que cristalizaram a temperaturas mais altas e quais as que tinham cristais que cristalizaram a temperaturas mais baixas – dei-lhes algum tempo para observarem novamente as amostras e as tabelas e o grupo I respondeu logo que as rochas mais claras tinham mais quartzo, por isso eram rochas que cristalizavam a temperaturas mais baixas. Depois, perguntei quais as rochas que tinham cristais mais e menos resistentes à erosão e ouviu-se logo o João “então, as mais escuras têm minerais com ponto de fusão maior, logo são menos resistentes à erosão que as leuco... esqueci-me do nome”. “Leucocratas”, respondeu a Maria.

A partir, mostrei novamente a Série de Bowen – minerais máficos e ferromagnesianos formam-se a temperaturas mais altas e, por isso, são também os minerais menos resistentes à erosão e minerais félsicos e mais ricos em sílica e alumínio formam-se a temperaturas menores e, por isso, são os minerais mais resistentes à erosão.

Partindo daqui, dei aos alunos uma chave dicotômica, de modo a que conseguissem identificar os nomes das rochas. Nesta parte da aula, os alunos mostraram-se empenhados em descobrir que amostras tinham, tendo todos os grupos trabalhado em equipa, não ficando nenhum aluno fora deste trabalho. No grupo III a estratégia passou por, dois a dois, identificarem as amostras (e assim, houve distribuição de trabalho e identificação simultânea das amostras, tendo o trabalho sido mais rápido), enquanto nos outros grupos, todos ajudavam a analisar uma amostra de cada vez. No grupo I, chamaram-me para os ajudar a classificar uma amostra, que não sabiam se era um diorito ou um granito. Pedi-lhes que comparassem as duas amostras e percebessem qual era mais clara. Disseram que eram quase iguais. Então, disse-lhes que usassem a lupa e identificassem os minerais. Quando perceberam que uma delas tinha bastante quartzo, disseram logo que não havia maneira de errar.

Ao mesmo tempo que os alunos faziam isto, fui passando de grupo em grupo com várias amostras de minerais da Série de *Bowen* (quartzo, feldspato, biotite, moscovite e olivina), pedindo-lhes para os identificarem e colocarem pela ordem de cristalização. Em todos os grupos, os alunos conseguiram colocar os minerais pela ordem correta, após algum tempo de discussão. A amostra de feldspato apresentava quartzo associado e um mineral verde, que eu pedi aos alunos que identificassem. Em todos os grupos disseram logo que era olivina (visto ser o único mineral verde que conheciam), esquecendo-se quase instantaneamente quando a pergunta foi feita que a olivina não cristaliza a temperaturas semelhantes às do feldspato e do quartzo, por isso nunca poderiam ser encontrados associados. Ouviram-se uns “Ahhh a professora queria enganar-nos”.

Depois de identificadas todas as amostras, discutiu-se em turma as conclusões a que cada grupo chegou, pedindo aos alunos que se mostraram mais distraídos durante o tempo de aula (Carlota, Lourenço, Madalena, Teresa, Ana, Zé) que justificassem porque é que o grupo tinha decidido que aquela amostra era daquele tipo de rocha e não de outro, com base nos critérios de avaliação. A Carlota não conseguiu responder à pergunta, mostrando não ter acompanhado bem a aula, mas os outros alunos, apesar de

darem respostas incompletas, conseguiram referir alguns critérios (cor e textura sempre, composição mineralógica nenhum conseguiu justificar, tendo passado a palavra para a Júlia, a Leonor, a Maria, o João e o Manel).

Na última parte da aula foram distribuídos pelos alunos os mapas de conceitos que começaram por ser desenvolvidos na primeira aula da intervenção, para que os alunos, com uma cor diferente, os completassem com os novos conhecimentos adquiridos. Verificou-se que a grande maioria dos alunos se demorou a escrever, completando bastante o mapa inicial.

Esta aula acabou cerca de 15 minutos mais cedo. À saída, um grupo de alunas veio-me dizer que estava a gostar muito das minhas aulas. Que antes achavam a geologia “uma seca”, mas que estavam a acompanhar muito bem a matéria e estavam ansiosas pela saída de campo. Esta conversa deixou-me bastante feliz, porque me ajudou a perceber que o trabalho estava a compensar, que os alunos estavam motivados e que a intervenção estava a correr como eu queria. Percebi também que a relação que estabeleci com os alunos foi muito positiva: eles tinham à vontade para me vir dizer este tipo de coisas e para brincarem comigo em certos momentos, mas ao mesmo tempo eram focados, trabalhadores e disciplinados.

5.1.5. Aula 5 (21 de março)

Sumário: Análise das cartas geológicas da região de Sintra. Preparação da atividade de campo.

Esta aula tinha muita coisa planeada para apenas 60 minutos, não podendo todas as atividades planificadas ter sido realizadas.

A aula começou com um tempo dedicado ao trabalho autónomo dos grupos, para desenvolvimento das questões investigativas. Nesta aula, já todos os grupos (com exceção do grupo II) tinham a questão definida: o grupo III quis perceber qual a influência do complexo ígneo de Sintra na rede hidrográfica da região e o grupo IV quis saber de que modo é que a Serra de Sintra influencia o perfil da linha de costa. No final da aula, também o grupo II definiu a sua questão investigativa, tentando perceber como é que existe uma chaminé basáltica junto da Serra de Sintra, que é maioritariamente granítica.

Ao mesmo tempo que o trabalho autónomo decorria, os grupos foram sendo chamados um a um para ir aprender a ler e analisar as cartas geológicas da região de Sintra das notícias explicativas folhas 34-A Sintra e 34-C Cascais, que incluíam a zona

a visitar na saída de campo. Os alunos mostraram-se todos muito interessados na explicação desta atividade. Em todos os grupos que iam analisar as cartas, o professor começava por pedir a um membro que apontasse os locais, com base na geografia, que este achava que iam ser visitados no dia seguinte. Olhando para o nome das praias, os alunos conseguiam identificar a Cresmina, o Guincho e o Abano e apontavam para essa zona. Depois, o professor perguntava a que litologias é que essas zonas correspondiam, pedindo-lhes que olhassem para a legenda. “As cores são todas parecidas”, dizia o Lourenço. “Olha com mais atenção”, dizia o professor. Depois de uma breve descrição da história geológica do local, com recurso à tabela cronostratigráfica, mostrei-lhes também as notícias explicativas associadas a cada carta, dizendo-lhes que estavam à sua disponibilidade para consulta, caso precisassem para desenvolver o trabalho. “O nosso grupo vai precisar”, disse logo a Leonor.

De seguida, disse-lhes que a professora Carla Kulberg iria assistir às apresentações deles, o que fez o professor cooperante intervir, dizendo que a professora Carla tinha sido sua professora durante a licenciatura e o mestrado, que era uma das maiores peritas sobre a geologia da serra de Sintra e que era uma oportunidade única e que eles tinham de aproveitar ao máximo, fazendo um trabalho sério. Os alunos ficaram bastante entusiasmados com a notícia e, por algumas reações, viu-se também que perceberam a seriedade daquilo que estavam a fazer – “Wow, agora temos mesmo de nos esforçar por fazer um trabalho que não seja uma porcaria”; “A professora vai perceber se nos enganarmos a dizer alguma coisa”.

Nos últimos 15 minutos de aula, dirigimo-nos até ao auditório do colégio, onde já estavam as outras turmas de 11º ano de Biologia e Geologia, porque o professor cooperante pediu-me na véspera que fizesse uma apresentação para todas as turmas, onde os contextualiza-se para o enorme interesse geológico e ambiental da região de Sintra, de modo a que percebessem melhor o porquê de ter sido decidido aquele local para se fazer a saída de campo.

Estava bastante nervosa, porque dei por mim num auditório a falar num microfone para mais de 60 alunos e três professores, sem me ter preparado psicologicamente para isso. Não obstante, fiz uma breve introdução à geologia da Serra de Sintra (para as turmas que não tinham tido aula comigo) e, depois, apresentei, resumidamente, alguns aspetos ambientais a ter em consideração durante a saída, de modo a desenvolver-se nos alunos uma consciência ambiental e a tomarem-se atitudes conscientes e responsáveis: sistema dunar Guincho-Cresmina (onde referi a importância

da sua manutenção para a preservação do ecossistema singular que lá existe e para a proteção dos terrenos interiores relativamente à subida do nível do mar – referir as consequências derivadas da construção da estrada do Guincho), arribas fósseis (onde alertei para os cuidados a ter, principalmente quando se encontrarem nestes locais, e a importância do ordenamento do território na estabilização das mesmas; referir a existência de plataformas de abrasão) e fauna e flora únicas da região (onde mostrei imagens de algumas espécies endémicas e adverti os alunos para os diversos aspetos de responsabilidade ambiental, referindo a necessidade do cuidado a ter relativamente ao lixo do almoço, a não pisar as plantas...).

No auditório, durante esta apresentação, muitos dos alunos não se mostraram atentos (principalmente os das outras turmas), apesar de ninguém estar a falar. Como esta parte da aula foi dada no auditório, com outras turmas, e se perdeu algum tempo de aula a mudar de sítio e a instalar-se, e o local não era o mais adequado para ser feita uma discussão sobre os assuntos falados, não se pode pedir aos alunos que dessem a sua opinião acerca do que foi dito, deixando-se essa discussão para o dia da saída, quando se andasse ao pé das dunas.

Por fim, dei os avisos práticos sobre a saída como os horários de partida e de chegada, o roteiro da saída (Praia da Cresmina, Praia Grande do Guincho, Promontório do X e Praia do Abano), o material a levar, a necessidade de trazer a autorização dos pais (visto serem menores de idade), o vestuário adequado para a saída. No final perguntei se havia dúvidas e a única dúvida surgiu de uma aluna de outra turma, que perguntou se podia ir de calções. Visto este ser um colégio com farda, não é permitido levar calções e, por isso, a professora dessa aluna interveio, chateando-se e dizendo que dúvidas daquelas eram escusadas.

A discussão acerca da importância do papel do geólogo no estudo das arribas, para manutenção e avaliação das mesmas, a fim de evitar este tipo de desgraças também não pode ser feita, por falta de tempo.

5.1.6. Saída de Campo (22 de março)

(Realizada com base no Guião de Campo – Anexo 7)

Este foi o dia em que estava mais nervosa. A saída era o centro da minha intervenção e o sucesso desta determinaria grande parte do sucesso da intervenção. O nervosismo era maior porque uma saída de campo, por muito bem planeada que esteja, envolve muitos fatores alheios ao professor. Também o fator distração dos alunos era

uma coisa a ter em conta. Apesar das aulas do pré-saída terem sido planeadas no sentido de diminuir o fator surpresa dos alunos e destes se poderem orientar por um guião feito pelo professor (uma vez que esta é uma turma que não está habituada a este tipo de trabalho e realiza muito raramente saídas de campo), os locais a explorar durante a saída eram propensos a distrações e brincadeiras, e se o vento estivesse forte, os alunos poderiam não ouvir as explicações feitas em cada paragem.

Ao mesmo tempo, fomos com as outras turmas de 11º ano, por isso eram no total cerca de 60 alunos e 8 professores. Eu estava bastante nervosa, porque ia ter de falar para aquela gente toda. Muitos dos alunos não me conheciam e eu, tendo um ar muito jovem, estava com um bocado de receio no início que não me dessem muito crédito, e os outros professores também não sabiam quem eu era por isso o nervosismo era muito.

Apesar de todas as contrariedades que poderiam surgir, a saída correu muito bem e, na minha opinião, não podia ter corrido melhor.

Sáímos do colégio sem atrasos e chegámos à hora planeada, por volta das 10h15. O tempo estava muito agradável: cerca de 22°C, sem vento e céu limpo, sem nuvens. Quando chegámos à praia do Guincho, o professor comentou comigo que nunca tinha visto uma maré vazia tão baixa e a chaminé vulcânica tão descoberta. Tudo correu bem!

Na primeira paragem, colocámo-nos sentados num afloramento, com o mar do lado esquerdo, as dunas do Guincho do lado direito e a praia com a serra lá atrás, à nossa frente. Aqui foi feita uma pequena introdução da saída e aproveitou-se para fazer a pequena discussão sobre os ambientais a ter em consideração durante a saída, de modo a desenvolver-se nos alunos uma consciência ambiental e a tomarem-se atitudes conscientes e responsáveis. Quando se perguntou aos alunos qual a importância do sistema dunar na manutenção dos ecossistemas, os alunos referiram a necessidade das dunas para proteger os terrenos da subida do nível do mar e referiu-se que nos últimos anos, devido à construção da estrada do Guincho, a praia estava muito mais pequena. Um aluno brincou “isto é uma espada de dois gumes: sem estrada não conseguimos vir para a praia, mas com estrada a praia vai desaparecer”. Depois disto, falou-se novamente dos cuidados a ter nas arribas (o professor cooperante frisou a importância de olharem por onde andam, porque ele tinha caído na pré-visita que tínhamos feito – os alunos começaram a rir-se), da importância do ordenamento do território (perguntou-se se os fortes e restaurantes construídos no topo das arribas eram boa ideia na estabilização das mesmas) e referiu-se a existência de plataformas de abrasão.

Ao mesmo tempo, pediu-se aos alunos que observassem com atenção o perfil da linha de costa, observando-se uma Serra bastante mais proeminente que os restantes relevos. Imediatamente o Manel disse “deve ser porque a Serra de Sintra é de granito, e está no meio de calcário, que é mais facilmente destruído”.

Depois disto, dirigimo-nos até à outra ponta da praia, de modo a que os alunos pudessem responder às primeiras questões do guião. Verificou-se que todos os alunos da minha turma se sentaram na areia para responder às questões, mas alguns alunos das outras turmas continuaram em pé, a conversar. A professora dessa turma interveio e disse-lhes que aqueles guiões também contavam para a sua avaliação. Rapidamente, os alunos começaram a trabalhar. Bastante bem-dispostos e entusiasmados, os alunos mostraram-se também interessados, empenhados em responder bem às questões do guião. Iam discutindo entre si as respostas e pedindo ajuda uns aos outros. Por vezes iam-me chamando para verificar se o esquema estava bem feito, ou se faltava alguma coisa.

A seguir, dirigimo-nos até à chaminé vulcânica (eram cerca das 11h30, sendo que a maré baixa era às 11h59 e, por isso, toda a estrutura estava a descoberto). Os alunos ficaram muito impressionados com as dimensões da chaminé, embora esta não fosse muito grande. Pedi ao grupo que ia fazer o trabalho sobre a chaminé que prestasse o dobro da atenção àquela explicação e ouviu-se a Madalena dizer ao João “rápido, tira o caderno para apontares a explicação”. Viram-se alguns alunos a tirar notas durante a explicação e, no final, todos subiram para cima da chaminé, uns para observar de perto o basalto alterado, outros para brincar.

Depois disto, começámos a subir em direção às arribas (os acessos não eram muito fáceis e eram muitos alunos, por isso demorámos um bocado de tempo a subir) e fizemos uma pequena caminhada até ao forte do Guincho. Durante esta caminhada puderam observar-se os calcários recifais, e aproveitou-se para explicar aos alunos que, se quisessem tirar fotografias teriam de meter sempre uma escala ao lado. Durante a caminhada, o professor cooperante veio dizer-me que estava tudo a correr lindamente, as explicações tinham sido muito bem feitas, que não se notava o meu nervosismo e que estava toda a gente a gostar muito. Estava também constantemente a perguntar-me se precisava de ajuda, o que é que era para fazer a seguir... foi um grande apoio. Ao mesmo tempo, a outra professora de Biologia e Geologia (que não me conhecia) veio elogiar o meu trabalho e agradecer a preparação da saída. Fiquei muito contente com este *feedback* e comecei a ganhar mais confiança a partir daí.

Por volta das 12h15 fizemos a pausa do almoço no Forte do Guincho. O ambiente do almoço foi descontraído e divertido (alguns alunos aproveitaram para explorar o forte, que estava aberto, enquanto outros aproveitaram para tirar fotografias, inclusivamente com os professores). Todos os alunos respeitaram os cuidados a ter com o lixo do almoço, e viu-se o Lourenço passar com um saco a recolher o lixo (já que no sítio onde estávamos não havia caixotes). Como estava um sol muito intenso e bastante calor, acabámos por ficar à sombra até às 13h30, já que o resto do percurso ia ser feito todo ao sol.

Depois do almoço, descemos até ao Abano, onde os alunos ficaram muito impressionados por observar uma praia que até há poucos anos era toda de areia, e agora só tinha calhaus rolados. Pedi-lhes explicassem a origem daqueles calhaus e ouviu-se logo um aluno “vêm arrastados pelo mar”. Perguntei-lhe se tinha a certeza e pedi aos alunos que analisassem as litologias que encontravam. Passado uns minutos ouviu-se alguém dizer “ah, estas rochas são deste local, deve ser uma plataforma de abrasão”.

De seguida, continuámos a nossa caminhada até ao Promontório do X, indo parando pelo caminho para observar estruturas geológicas como os calcoturbiditos e alguns filões ou analisar as diferentes litologias e paisagens, de modo a responder às questões do guião. Nesta zona, existia uma antiga linha de água e chamei a atenção da Leonor (do grupo III, que ia desenvolver uma investigação sobre a rede hidrográfica) para isso. Ela, entusiasmada, chamou a Clara para ir tirar fotografias.

Alguns alunos ficaram confusos com a última questão da 4ª paragem (O que é que isso nos indica acerca dos acontecimentos geológicos do passado...?), e eu percebi que não tinha sido suficientemente clara na pergunta. Queria que eles, analisando as diferentes camadas de calcário (que diferiam na cor e na presença de fósseis), percebessem que tinha havido uma transgressão marinha e, depois, uma regressão. Como surgiram algumas dúvidas nesta pergunta, pedi desculpa aos alunos e expliquei-lhes o que se pretendia.

Chamou-se também a atenção dos alunos para o aumento da frequência de filões à medida que nos aproximávamos da Serra e mostrou-se aos alunos, embora de longe uma vez que os acessos àquela zona são difíceis e perigosos, a zona dos Xistos do Ramalhão (levou-se uma amostra de mão, de modo a que os alunos pudessem analisar a rocha de perto).

O trabalho desenvolvido pelos alunos na última paragem (do Promontório do X) foi muito agradável de ver, uma vez que eles se mostraram muito empenhados em

responder às questões do guião e em fazer os cortes e contar a história geológica do local. Verificou-se um grande espírito de entre-ajuda entre os alunos da minha turma e geraram-se discussões engraçadas sobre quais os filões que se tinham formado primeiro. Os alunos iam-me chamando e perguntando se as hipóteses deles faziam sentido (a Júlia e o Manel não sabiam qual deles tinha razão e apostaram entre si, antes de me chamar). O Lourenço, que não está habituado a trabalhar nas aulas, veio dizer-me que as questões do guião eram difíceis e que não conseguia responder a algumas. O João, nesta parte, juntou-se às alunas mais trabalhadoras da turma (a Júlia, a Inês, a Ana) para se assegurar que estava a fazer as coisas bem.

Sempre que houve alguma questão no guião do aluno sobre elaborar um esquema, sugeriu-se sempre aos alunos que tirassem também fotografias, relembrando a necessidade de colocar sempre uma escala para comparação das distâncias.

A saída terminou por volta das 15h30, o que deu algum tempo para os alunos aproveitarem, descontraídos um bocado do maravilhoso dia de praia que estava (como fizemos o caminho de volta, uma vez que os autocarros nos iam apanhar no sítio onde nos tinham deixado de manhã – junto ao Forte da Galé, no início da praia do Guincho –, os alunos perguntaram se podiam ficar um bocado de tempo na praia do Guincho). Nesta altura um grupo de cerca de oito alunas (algumas da turma da intervenção – a Clara, a Leonor, a Mariana – e outras das outras turmas) veio ter comigo para meter conversa “A professora quer mesmo fazer isto até ao fim da sua vida? Como é que percebeu que queria ser professora? Quando estava no 12º ano já sabia que era isto que queria?”. O ambiente que se criou ali foi muito propício para se iniciar esta conversa. Pude aproximar-me destas alunas, desenvolvendo com elas uma relação saudável de proximidade, e ao mesmo tempo contar-lhes a minha experiência académica. Fiquei bastante feliz por saber que estas alunas se sentiam à vontade por me vir perguntar isto e por se mostrarem interessadas em saber a resposta. A criação e o desenvolvimento de uma boa relação professor-alunos é muito importante para o sucesso da aprendizagem dos alunos, e o facto dos alunos se sentirem confortáveis e à vontade para fazer perguntas deste género, a abertura com que eu lhes respondi e as perguntas que também lhes fui fazendo “vocês já têm uma ideia do que é que querem fazer quando acabarem o 12º ano?” foram importantes para estas alunas se sentirem mais à vontade comigo para nas aulas que se seguiram à saída de campo me fazerem mais perguntas sobre o trabalho investigativo.

Por volta das 16h15 chegaram os autocarros e às 17h00 já estávamos a chegar ao colégio, como planeado. No final, depois de sairmos dos autocarros, a Teresa, a Madalena e a Margarida vieram ter comigo para agradecer o dia e disseram que tinham gostado muito. Ao longo de todo o dia houve também vários alunos que me vieram agradecer o dia.

Percebi com esta saída que a planificação de uma atividade deste tipo dá bastante trabalho (também em termos logísticos) e tira os professores da sua zona de conforto (tive de estudar bastante para me preparar para esta saída e há sempre fatores que, por muito bem que se planeie esta atividade, não se conseguem controlar). Contudo, vários alunos insistiram em dizer-me que tinham gostado muito da atividade.

5.1.7. Aula 7 (25 de março)

Sumário: Aula autónoma de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.

No início desta aula começámos por falar um bocado sobre a saída de campo – se tinham gostado, se tinham aprendido coisas novas, se tinha sido útil para o trabalho que estavam a desenvolver, se tinham sugestões para melhorar a atividade...

O Lourenço disse logo que tinha sido “brutal” e a Mariana disse que tinha sido bastante útil para o desenvolvimento do trabalho investigativo. A Leonor disse que tinha sido bom porque tinham conseguido tirar fotografias para colocar no trabalho e a Maria disse que a tinha ajudado a perceber alguns conceitos que não tinha percebido bem nas aulas.

Depois disto, os grupos organizaram-se e começaram logo a trabalhar, de modo entusiasmado. Iam-me chamando aqui e ali para esclarecer algumas dúvidas (por exemplo, o que são batólitos ou o que é anticlinal e sinclinal), mas as dúvidas eram sobretudo logísticas: “professora, temos de fazer o poster na vertical, ou podemos fazer na horizontal?”, “as apresentações demoram quanto tempo?”, “professora, onde podemos encontrar uma imagem da rede hidrográfica de Sintra?”. Este tipo de perguntas mostrou alguma imaturidade por parte dos alunos, indicando que têm bastante dificuldade em ser autónomos. Ao mesmo tempo, verifiquei que alguns grupos começaram por fazer a pesquisa em sites que não estavam na lista que lhes tinha disponibilizado, por isso chamei-lhes a atenção para o facto de terem de ter o cuidado de usar fontes com credibilidade.

Nesta aula pareceu-me também que os grupos trabalharam pouco e não foram muito produtivos. Em todos os grupos, com exceção do grupo III, não houve divisão de

tarefas e estavam todos a fazer a mesma coisa. Claro que, sendo cada grupo composto por cerca de 5 alunos, se estavam todos a fazer a mesma coisa, alguns acabaram por trabalhar muito pouco. Verificou-se sobretudo no grupo II que os alunos estavam pouco focados e brincaram a maior parte do tempo.

O grupo III (da rede hidrográfica) veio-me pedir se lhes podia fornecer as notícias explicativas, e disse-lhes que teria de lhes tirar fotocópias das cartas e só lhes conseguia dar na aula seguinte (as cartas geológicas e as notícias explicativas eram do professor de Geografia, que amavelmente mas emprestou, e, por isso não queria estar a entregá-las diretamente aos alunos).

Tinha algum receio destas aulas autónomas, uma vez que os alunos me podiam fazer perguntas às quais não saberia responder. Apesar de ter estudado e tentado ao máximo aprofundar o meu conhecimento (com a ajuda da professora Carla e do professor cooperante), este era limitado e, por isso, podia haver uma ou outra questão à qual não conseguisse dar resposta. Teria de ter a humildade, caso isto acontecesse, de responder aos alunos que não sabia e que teria de ir investigar, para lhes dar uma resposta na aula seguinte. O que aconteceu foi uma dúvida do grupo III, sobre a qual não tinha a certeza da resposta e, portanto, disse-lhes que era melhor confirmar com o professor cooperante. Quando lhe perguntei, e ele confirmou a minha resposta, pude também assegurá-la aos alunos.

No final da aula apresentei aos alunos uma proposta para os critérios de avaliação quer dos pósteres, quer das apresentações e perguntei-lhes se concordavam. Disse-lhes que era importante eles terem um conhecimento prévio dos critérios, de modo a perceberem o que era pretendido dos trabalhos que estavam a desenvolver e, assim, orientarem o seu trabalho. Expliquei-lhes que, se não concordassem com alguma coisa, podíamos mudar, mas os alunos não se opuseram, dizendo que concordavam com os critérios e com o peso de cada um na nota final.

5.1.8. Aula 8 (26 de março)

Sumário: Resolução e correção de exercícios de aplicação da matéria. Trabalho autónomo de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.

Esta aula foi organizada em três momentos: na primeira parte da aula realizou-se, em grupo, o grupo I da 2ª Fase do Exame Nacional de Biologia e Geologia de 2009 (Anexo 5), que diz respeito à formação da Serra de Sintra, tema abordado e trabalho nas aulas anteriores; depois, discutiu-se, em turma, a resolução dos exercícios; por fim, os

alunos tiveram espaço na aula para se organizarem pelos grupos de trabalho e desenvolver os seus trabalhos investigativos e esclarecer as dúvidas que fossem surgindo.

A resolução das questões de exame teve como objetivo, entre outros aspetos, mostrar aos alunos que o que está a ser trabalhado em sala de aula lhes fornece ferramentas importantes sobre a interpretação de fenómenos geológicos e ajuda no desenvolvimento da literacia científica. Os alunos ficaram muito surpreendidos ao perceber que houve um grupo de exame que abordou exatamente aquilo que foi trabalhado e desenvolvido antes, durante e após a saída de campo e ouviram-se comentários como “nós vimos isto”, “eu já sabia isto que está aqui escrito, quase que nem era preciso termos texto”, “estas perguntas são mesmo fáceis”, “quem me dera que o nosso exame fosse assim”.

Os grupos trabalharam bem, e verificou-se reflexão e discussão das perguntas. Quando se corrigiu em turma as questões de exame, todos os grupos acertaram as escolhas múltiplas, e houve concordância em todos os grupos nas respostas dadas. Na primeira questão até se ouviu o Manel referir “os Xistos do Ramalhão”.

Quando se chegou à questão 5, as respostas divergiram e gerou-se alguma discussão. Os grupos II e III diziam que instalação da intrusão magmática ocorreu antes da formação da falha e os grupos I e IV diziam que a falha tinha de ocorrer antes da intrusão, para o magma poder subir através dela. Pedi ao Pedro (do grupo III) que explicasse porque é que achava que a intrusão tinha ocorrido antes da falha e ele respondeu “Então, é muito simples. Basta olhar para a figura e perceber que a falha interceta a intrusão. Pelo princípio da interceção, qualquer estrutura que intercete outra é mais recente que essa”. Todos concordaram.

A pergunta aberta também foi respondida prontamente e sem dificuldades.

Depois disto, passou-se para o trabalho autónomo de pesquisa. Os grupos pareceram trabalhar bem (ia passando pelos alunos e ia verificando que estavam a falar e a trocar ideias sobre os vários temas dos trabalhos) e entreguei ao grupo III (da rede hidrográfica) as fotocópias das notícias explicativas que me tinham pedido. Os alunos agradeceram-me e disseram que iam dar “imenso jeito”. O grupo II demonstrou estar com algumas dificuldades em conseguir desenvolver o trabalho e, portanto, estive algum tempo da aula com eles, a esclarecer as dúvidas que tinham. Às tantas os alunos perguntam-me como é que se tinha formado a chaminé vulcânica e respondi-lhes que já tínhamos falado sobre isso durante a saída e que não lhes podia dizer mais nada, senão

estava a fazer o trabalho por eles. Percebi que o trabalho estava ainda bastante atrasado e disse-lhes que tinham de começar a meter mãos à obra. Eles riram-se e ouvi o Lourenço dizer “isto vai dar mais trabalho do que eu achava”. Os grupos I e IV também me chamaram, mas apenas para validar aquilo que eles estavam a fazer “isto está bem assim, professora?”, “é suficiente dizermos só isto sobre este assunto?”.

Verifiquei, uma vez mais, que, apesar dos alunos serem focados e trabalhadores, são pouco autónomos e têm necessidade de orientação e *feedback* constantes. Não têm confiança para trabalhar sozinhos e, quando têm dúvidas sobre um determinado assunto, encravam ali e não prosseguem com o trabalho enquanto não tiverem essa dúvida esclarecida. Assim, o trabalho não é tão produtivo como poderia ser.

5.1.9. Aula 9 (28 de março)

Sumário: Aula autónoma de pesquisa e elaboração do trabalho investigativo.

Esta aula estava planeada para ser semelhante às aulas anteriores, de modo a que os alunos pudessem, no espaço da sala de aula, desenvolver os seus trabalhos investigativos em grupo e esclarecer com o professor as dúvidas que fossem surgindo.

Contudo, fiquei doente neste dia e não consegui ir à aula. Uma vez que se tratava de uma aula autónoma, e o professor só tinha de estar na sala a orientar o trabalho dos alunos e a esclarecer as dúvidas que fossem surgindo, e uma vez que a intervenção já estava planeada e as datas das apresentações fechadas, o professor cooperante e eu concordámos que o melhor para os alunos naquele caso era que o professor me substituísse, de modo a que os alunos não perdessem tempo em sala de aula para preparar os seus trabalhos.

Pelo *feedback* que o professor me deu depois da aula, esta correu do mesmo modo que as outras. Os alunos organizaram-se em grupo para trabalhar, e mostraram-se focados e empenhados, indo fazendo perguntas bastante pertinentes ao professor, que lhes dizia para procurarem melhor, no caso de serem respostas às quais os alunos conseguiam chegar sozinhos, ou respondia-lhes prontamente, no caso de serem perguntas muito concretas.

5.1.10. Aula 10 (29 de março)

Sumário: Continuação do trabalho da aula anterior.

Nesta aula, os grupos continuaram a construção dos pósteres científicos. Uma vez que as apresentações eram na semana seguinte, e esta era a última aula que tinham dedicada ao trabalho investigativo com o auxílio e orientação do professor, quando tocou para o intervalo os alunos do grupo III continuaram a trabalhar, dizendo que precisavam de mais tempo para discutir uns assuntos em grupo e distribuir tarefas para o fim-de-semana.

Todos os grupos se mostraram focados e determinados em trabalhar. No grupo II ouvia-se a Teresa chatear-se com o Lourenço, porque ele não estava concentrado e eles estavam atrasados no trabalho. No grupo III ouvia-se a Leonor em pânico a dizer que estava tudo uma confusão e o Manel dizia-me “professora, ela é uma stressada”. No grupo I as coisas estavam calmas e as alunas, cada qual na sua tarefa, estavam focadas naquilo que estavam a fazer. No grupo IV os alunos diziam que o trabalho estava bastante bem encaminhado e que não tinham dúvidas.

No final da aula, aproveitei para recordar aos alunos quais é que eram os critérios que iriam ser utilizados para avaliar quer os pósteres, quer as apresentações.

5.1.11. Aula 11 (4 de abril)

Sumário: Início das apresentações dos pósteres científicos.

Antes das apresentações achei importante definir com o professor cooperante que nas aulas das apresentações ambos participávamos nas discussões que surgissem depois, ambos faríamos perguntas aos alunos e ambos daríamos notas às apresentações e aos pósteres. Assim, o *feedback* dado aos alunos seria mais completo (uma vez que o professor poderia falar de uns aspetos da apresentação que me escapassem e eu falar de outros em que ele não reparasse) e, antes de lançarmos as notas, discutir em conjunto aquilo que acharíamos mais apropriado para cada um. Deste modo, o fator subjetivo seria minimizado, uma vez que quando se avaliam apresentações ou outros trabalhos de alunos muitas vezes é difícil eliminar este critério subjetivo (basta achar um tema mais interessante que outro para gostar mais desse trabalho), e, assim, as notas seriam o mais justas possível.

Ao mesmo tempo, esta aula não correu como planeado, uma vez que, quando a aula começou, eu e o professor cooperante estávamos prontos para ouvir as apresentações dos trabalhos e chamámos o grupo III, que nos disse que não conseguia apresentar naquele dia, porque faltava um elemento do grupo e não sabiam a parte dele. Quando chamámos o grupo IV que nos disse que ainda não tinha o trabalho concluído,

percebemos que apenas o grupo I estava pronto para apresentar nesse dia e que os outros planeavam todos apresentar no dia seguinte.

O professor cooperante, neste momento, teve a necessidade de intervir, dizendo que estava muito desapontado com a turma, que já sabia há mais de três semanas que as apresentações eram naqueles dias e, mesmo assim, não tinham os trabalhos prontos. Disse-lhes que aquele comportamento não era admissível em alunos do 11º ano e que era lamentável a falta de responsabilidade. Disse ainda que tinha de ver comigo se esses grupos mereciam ou não ser penalizados na nota por não terem os trabalhos prontos a tempo e que seria uma vergonha se a Professora Carla Kullberg tivesse ido assistir àquela aula (a professora esteve para ir, mas cancelou à última da hora).

Depois deste sermão, pedi aos alunos do grupo I que fossem apresentar o seu trabalho. O tema que escolheram desenvolver foi a influência da Geologia de Sintra na vegetação do meio envolvente. O poster que apresentaram era visualmente agradável, apesar de possuir algum texto, bem estruturado e esquemático, com boas imagens, embora faltassem legendas. A apresentação teve algumas falhas, uma vez que a articulação entre os membros do grupo não foi muito boa (a Carlota e a Inês mostraram uma fraca preparação, tendo falado menos que as colegas e sem um discurso fluido, falando com alguma gaguez; a Carlota também precisou de ser ajudada pelas colegas, quando se esqueceu do que tinha de dizer) e, ao mesmo tempo, houve algumas incorreções científicas, como por exemplo “existem dois tipos de solos: dunas e florestas” ou compararem texturas de rochas magmáticas com rochas sedimentares. Verificou-se uma boa gestão do tempo, tendo a apresentação demorado o tempo devido. No geral, o grupo cumpriu o objetivo pretendido, respondendo à questão investigativa, embora tendo feito um enquadramento incompleto da região. Quando, no final, se pediu para clarificarem como é que se formava o solo da Serra que permitia a existência de uma vegetação vasta, a Júlia respondeu prontamente “vem da meteorização dos feldspatos”, mostrando dominar bastante bem o tema do trabalho. No final, disse-lhes que era importante legendarem as figuras, para as pessoas que iam ler os pósteres, perceberem do que se tratava.

5.1.12. Aula 12 (5 de abril)

Sumário: Continuação da apresentação dos pósteres científicos.

Nesta aula, ocorreram as apresentações dos restantes grupos. Todos os alunos que assistiram às apresentações mostraram-se sempre bastante atentos e respeitadores das apresentações dos colegas.

O primeiro grupo a apresentar foi o grupo III (que pretendia saber qual a influência do CIS na formação da rede hidrográfica da região). O poster apresentado tinha boas imagens, com legendas bem feitas, embora a organização do poster estivesse um pouco confusa. Ao mesmo tempo, tinha pouco texto e, por isso, estava bastante incompleto (apesar da apresentação ter sido bastante esclarecedora e completa). A articulação entre os membros do grupo foi boa, tendo todos os alunos falado o mesmo, com um discurso fluido e sem apontamentos, mostrando saber do que falavam. Durante a apresentação houve uma boa aplicação do conhecimento científico, embora tenham sido feitas algumas incorreções ao nível dos conceitos (disseram que a intrusão magmática forma uma dobra sinforma em vez de antiforma; disseram que “o maciço eruptivo é feito de granitos e gabros”, não referindo as outras rochas; disseram que a água enriquecida em sílica fica mais ácida, aumentando o seu poder erosivo, e não o seu poder de meteorização química). Verificou-se uma boa gestão do tempo, tendo a apresentação demorado o tempo devido. No geral, a apresentação foi bastante completa, tendo os alunos respondido bastante bem à questão investigativa inicialmente lançada e tendo feito um bom enquadramento geológico da região. Responderam também bastante bem à dúvida lançada pela Júlia “como é que se formaram os filões do CIS?”, com bastante naturalidade, sem se mostrarem atrapalhados – começou a Clara por responder, e foi ajudada pela Leonor e pelo Manel. No final disse-lhes que teria sido uma boa ideia terem colocado no póster fotografias tiradas por eles das várias linhas de água por onde tínhamos passado durante a saída.

O grupo que apresentou a seguir foi o grupo IV, sobre a influência da Serra de Sintra no perfil da linha de costa. Este trabalho estava bastante incompleto e confuso, uma vez que os alunos começaram por falar apenas do perfil da linha de costa na zona de Sintra, e acabaram a falar do perfil da linha de costa de todo o país, dando a entender que o Complexo Ígneo de Sintra é o único (ou pelo menos o mais importante) responsável pelo perfil do nosso país. Ao mesmo tempo, o enquadramento geológico da região foi feito de forma muito breve e incompleta. O póster apresentava um erro ortográfico (“erudida”, em vez de erodida) e as imagens apresentavam legendas. Houve uma distribuição desigual do trabalho durante a apresentação (a Mariana e o Frederico falaram bastante mais que os colegas) e a Inês e o Leonardo apresentaram com alguma

leitura de notas e sem um discurso fluído. A gestão do tempo também não foi a melhor, visto os alunos terem demorado menos um minuto que o tempo mínimo necessário à apresentação (10 minutos). No final da apresentação, disse aos alunos que era boa ideia, quando falavam da dureza dos minerais e as comparavam umas com as outras, darem mesmo os valores. Disse-lhes também que não podiam fazer um poster onde escrevessem palavras com o novo acordo ortográfico e outras sem, uma vez que tinha de haver coerência de forma. Perguntei à turma se havia dúvidas e ninguém se pronunciou.

O último grupo a apresentar foi o grupo II, sobre a origem da chaminé vulcânica basáltica. Este trabalho mostrou-se completo, embora com algumas imprecisões científicas: o João falou em datação relativa quando referiu a idade das rochas em milhões de anos, e a Matilde disse que o rifte há milhões de anos estava mais próximo de Portugal (como sabemos, o rifte não se mexe, cria-se é nova crosta). O póster estava visualmente apelativo e, como foi feito na vertical, pode ter mais texto sem ficar sobrecarregado. A informação do póster foi bem selecionada, salientando os pontos-chave da apresentação, e tinha um fio condutor lógico. Na apresentação, o grupo começou por contextualizar o problema, fazendo um breve, mas completo enquadramento geológico da Serra. Todos os membros do grupo falaram mais ou menos o mesmo embora não tivesse havido uma boa articulação entre os elementos do grupo, tendo alguns membros consultado as notas e tido um discurso pouco fluído, tendo gaguejado algumas vezes (Madalena e Lourenço). Os alunos respeitaram o tempo da apresentação e evidenciaram os aspetos fundamentais da questão investigativa. Contudo, foi-lhes dito que deviam ter explorado melhor a questão dos filões (micrograníticos), que têm uma composição química diferente da chaminé basáltica. Depois, os alunos perguntaram se havia dúvidas, tendo o João esclarecido de forma clara um colega, que lhe perguntou se os filões se tinham formado na altura da formação da Serra ou da chaminé vulcânica.

No final das apresentações, foram devolvidos aos alunos os mapas de conceitos sobre magmatismo para completarem e, depois, os questionários finais da intervenção e de autoavaliação.

No final da aula, por ser a última da minha intervenção, os alunos vieram despedir-se de mim, pedir desculpa por não terem apresentado no dia anterior e agradecer-me muito as aulas. A Clara disse-me que eu explicava muito bem e que era muito cativante. E a Teresa que tinha gostado muito da saída e de fazer este trabalho de

grupo, e que tinha aprendido bastante, mesmo que não se tivesse notado isso na apresentação.

5.2. Questionários

De modo a completar e fortalecer os resultados derivados da análise dos diários de aula, procedeu-se à realização de dois inquéritos por questionário aos alunos da turma participante no estudo (um no início da intervenção e outro no final), tendo por base as questões orientadoras desta investigação. Salvar que esta se trata de uma investigação em pequena escala, que assume um interesse prático, tendo como principal objetivo a compreensão das ações dos participantes. Como tal, para este estudo foram questionados apenas os alunos da turma em causa (N=24, sendo que ao questionário inicial apenas responderam 21 alunos e ao final 19 alunos) e, portanto, a amostra mostra-se insuficiente para garantir que os resultados obtidos possam corresponder à realidade.

Ao mesmo tempo, os resultados das respostas dos alunos apenas serão considerados significativos a partir de diferenças percentuais superiores a 10%.

5.2.1. Questionário Inicial

(Anexo 10)

Os resultados obtidos através das respostas dos alunos ao questionário inicial permitem verificar que, a nível do gosto pela disciplina, existe uma diferença significativa entre a preferência por Biologia ou Geologia, sendo que a grande maioria deles prefere a Biologia (76,2%).

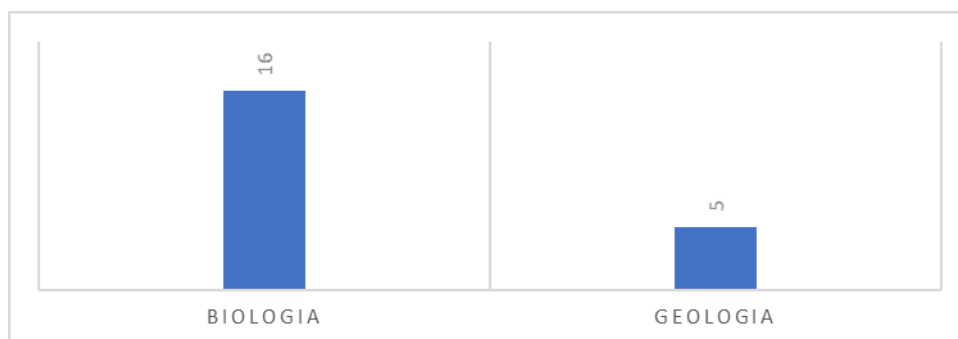


Gráfico 1. Prefere Biologia ou Geologia?

Relativamente ao grau de conhecimento que os alunos pensam possuir relativamente aos conteúdos de Geologia (quando em comparação com os seus colegas),

verifica-se que a grande maioria diz ter um conhecimento dentro da média (66,67%), tendo 19,05% dos alunos respondido que consideravam ter um conhecimento abaixo da média.

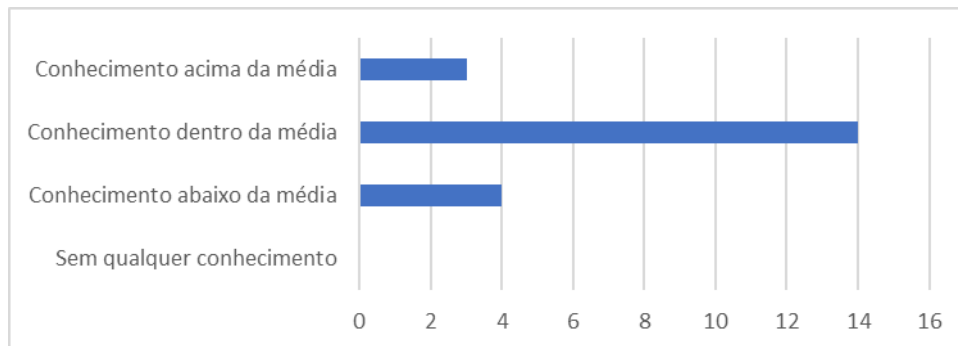


Gráfico 2. Grau de conhecimento na área da Geologia

No que diz respeito ao nível de interesse dos alunos pela área da Geologia, a maioria deles diz ter algum interesse (66,7%). 19% dos alunos diz ter pouco interesse e 14,3% diz ter muito interesse por Geologia, não tendo havido nenhum aluno que dissesse não ter qualquer interesse.

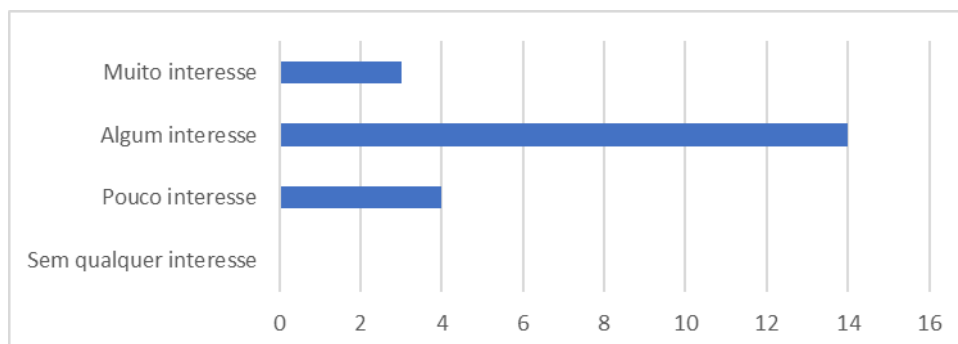


Gráfico 3. Qual é que é o seu nível de interesse por Geologia?

Quanto a colocar a hipótese de estudar Geologia no seu futuro académico, 90,5% dos alunos respondeu que não.

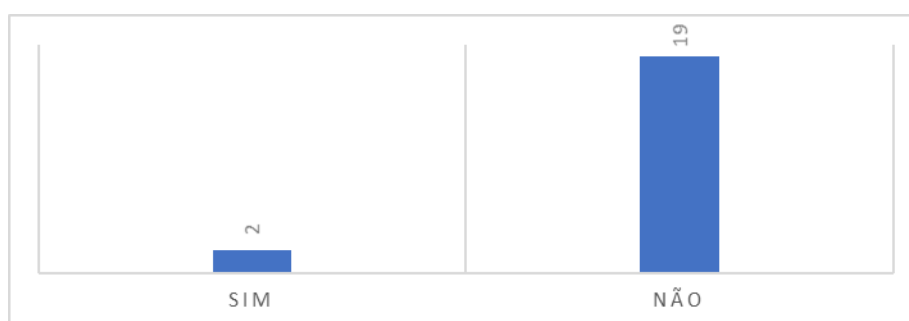


Gráfico 4. Considera a hipótese de estudar Geologia?

Quando se passou às questões sobre o trabalho de campo, começou por se perguntar aos alunos o que entendiam por este termo, tendo todos eles referido que se tratava de um estudo ao ar livre de observação daquilo que tinha sido aprendido em sala de aula, tendo muitos deles referido que este tipo de trabalho permitia aplicar conhecimentos, ao possibilitar-lhes o contacto com o objeto de estudo. Houve também um número significativo de alunos que referiu que estas atividades “permitiam chegar a conclusões sobre os diferentes fenómenos geológicos” e “compreender melhor o mundo que nos rodeia”.

Depois de garantido que todos os alunos compreendiam o conceito de trabalho de campo, perguntou-se se consideravam este tipo de atividade importante para o trabalho e investigação em Geologia e todos eles responderam que sim, tendo a maioria justificado esta resposta dizendo que estas atividades lhes permitiam aplicar conceitos teóricos/ abstratos aprendidos nas aulas à realidade do meio envolvente, tornando-se “os conceitos mais óbvios”. Alguns alunos referiram ainda que, ao trabalharem no campo, conseguem “perceber melhor como é que é o trabalho real de um geólogo” ou que “a ida ao campo é essencial para confirmar hipóteses e teorias”.

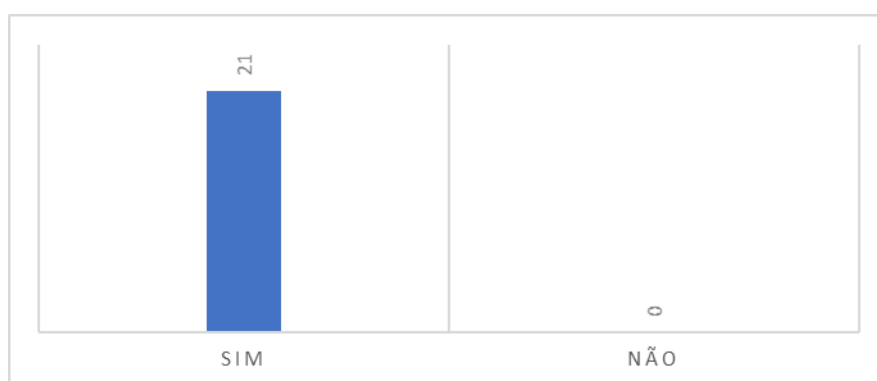


Gráfico 5. Considera o trabalho de campo importante para o trabalho e investigação em Geologia?

Ao perguntar com que regularidade se fazem atividades de campo no colégio, verificou-se que, apesar dos professores reconhecerem a importância deste tipo de trabalho (através de conversas informais com os professores do departamento de Ciências), estas eram realizadas menos de uma vez por ano. Em conversa com os alunos percebeu-se que durante o secundário não tinha sido feita nenhuma saída de campo no âmbito da Geologia.

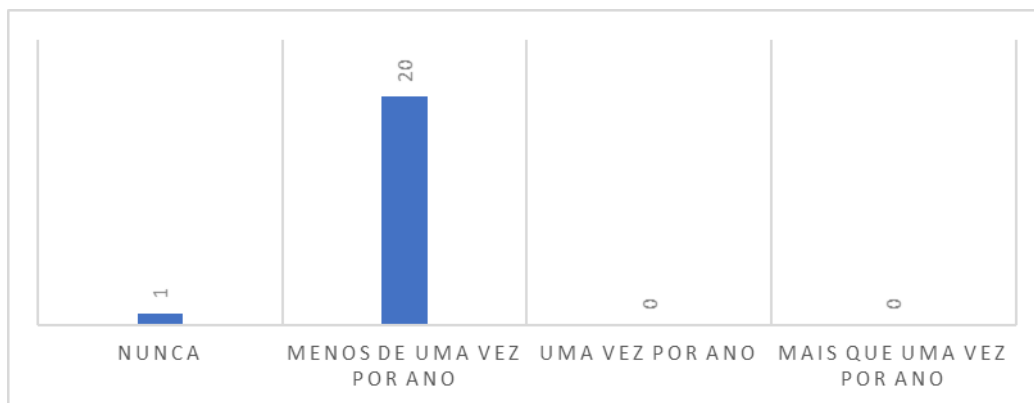


Gráfico 6. Com que regularidade se fazem atividades de campo no Colégio?

Por fim, verificou-se que todos os alunos consideravam as saídas de campo vantajosas para a aprendizagem das matérias de Geologia, pelas mesmas razões que consideravam o trabalho de campo importante para o trabalho e investigação em Geologia.

5.2.2. Questionário Final

(Anexo 11)

No final da intervenção, voltou a questionar-se os alunos, de modo a tirar conclusões importantes para responder às questões orientadoras deste trabalho investigativo, e com o objetivo de comparar algumas respostas com os resultados do questionário inicial.

Os resultados obtidos através das respostas dos alunos ao questionário final permitem verificar que a atividade de campo foi importante para o aumento do interesse da grande maioria dos alunos relativamente aos conteúdos de Geologia abordados em aula.



Gráfico 7. A atividade de campo aumentou o meu interesse relativamente aos conteúdos de Geologia

Em relação ao contributo que a atividade de campo teve na compreensão dos conteúdos da temática “Magmatismo. Rochas magmáticas”, os resultados mostram que esta atividade foi importante nesta área, tendo quase a totalidade dos alunos afirmado que esta os ajudou a “perceber melhor os conceitos teóricos, ao permitir pôr em prática o que aprenderam”, “olhando para a realidade e vendo aquilo que foi falado em aula”. Houve ainda alunos que referiram que quando estavam a fazer o trabalho investigativo, depois da saída, lhes foi mais fácil compreender o que liam através da pesquisa bibliográfica, porque conseguiam associar aquilo que liam com aquilo que tinham visto.



Gráfico 8. A atividade de campo contribuiu para uma maior compreensão dos conteúdos da temática *Magmatismo. Rochas magmáticas*

Relativamente à curiosidade despertada pela saída de campo sobre a forma como os processos naturais ocorrem, verificou-se que muitos dos alunos não consideraram esta atividade importante nesse sentido. Os alunos que responderam que sim (36,8%) disseram que a atividade de campo os ajudou a compreender melhor o mundo que os rodeia e que lhes permitiu começar a “olhar com outros olhos para a realidade”, permitindo-lhes “estar mais atentos”. Os alunos que responderam que não (63,2%), disseram que já tinham essa curiosidade antes da saída e que não foi a atividade de campo que a fez aumentar.

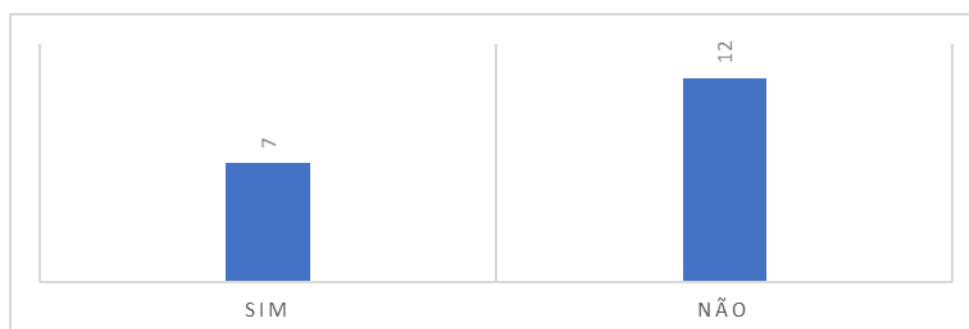


Gráfico 9. A atividade de campo aumentou a minha curiosidade relativamente à forma como os processos naturais ocorrem

Do ponto de vista da importância que a atividade de campo (e todo o seu processo) teve no desenvolvimento de novas aprendizagens em Geologia, verificou-se que a maioria dos alunos (63,2%) considerou que esta foi importante, mas não essencial, tendo apenas 26,3% dos alunos considerado o processo investigativo muito importante.

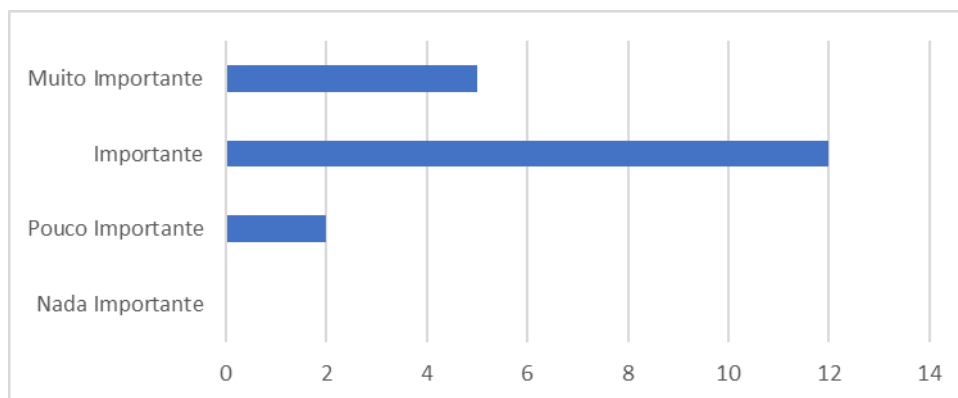


Gráfico 10. Importância da realização da atividade de campo e todo o seu processo no desenvolvimento de novas aprendizagens em Geologia

Percebeu-se, ainda, que os alunos consideraram que a atividade de campo e todo o processo investigativo a ela associada os aproximou do trabalho dos geólogos e lhes permitiu compreender que a Geologia é uma área científica com influência na sociedade.

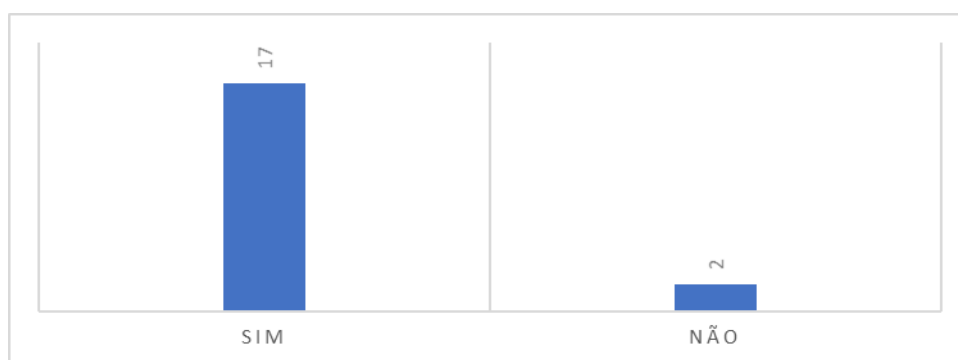


Gráfico 11. A atividade de campo e todo o seu processo aproximou-me do trabalho dos geólogos



Gráfico 12. A atividade de campo e todo o seu processo ajudou-me a compreender que a Geologia é uma área científica com influência na sociedade

Ao mesmo tempo, depois dos alunos se terem colocado no papel de um verdadeiro geólogo, fazendo trabalho de campo e trabalho investigativo, estes foram questionados sobre qual a sua perceção acerca da utilidade do trabalho do geólogo na sociedade, tendo a maioria deles respondido que “tem mais importância e utilidade do que eu pensava”, referindo que o conhecimento dos geólogos e o estudo e manutenção que fazem dos vários locais é importante na prevenção de catástrofes (referiram sismos e erupções vulcânicas) e no ordenamento do território (construção de casas e estradas). Houve ainda alguns alunos que referiram a importância dos geólogos para a construção civil e outros que falaram da sua importância para o estudo e manutenção dos recursos geológicos. Também houve alunos que referiram que a Geologia é a ciência que permite ao homem compreender o mundo onde vive e que isso é fundamental para que possa conhecer a sua própria história e onde é que estará daqui a muitos anos.

Relativamente às principais dificuldades que os alunos experienciaram durante a realização da atividade de campo, alguns referiram o facto de terem ido para o campo com a teórica pouco consolidada e que, portanto, no início da saída foi difícil compreender tudo na sua totalidade. Contudo, a grande maioria dos alunos referiu que a maior dificuldade que sentiram durante a saída foi a de se manterem sempre atentos, uma vez que numa saída de campo, ao contrário do que acontece em sala de aula, os fatores de distração são muitos. Houve ainda alunos que referiram a dificuldade do percurso feito a pé, mas que isso “faz parte do trabalho de um geólogo”. 26,3% dos alunos afirmou, ainda, não ter sentido qualquer dificuldade durante a saída de campo.

Em relação às principais vantagens que os alunos pensam estar associadas à realização do trabalho de campo para o desenvolvimento das aprendizagens em Geologia, a maioria deles voltou a referir o “contacto direto com os objetos de estudo”, que “tornavam reais os assuntos teóricos que tinham sido tratados em aula”, permitindo

uma “compreensão mais fácil e integrada dos saberes” ou “mais fácil de memorizar”. Quanto às desvantagens, houve alunos que referiram a dificuldade em manterem-se focados e, desse modo, ser fácil perderem-se da explicação do professor ou não perceberem o que tinham de fazer – o fator vento também não ajudou, uma vez que tornava mais difícil ouvir o professor. Contudo, a maioria dos alunos apresentou apenas vantagens e nenhuma desvantagem (73,7%).

No que diz respeito às competências desenvolvidas pelos alunos ao longo de toda a atividade investigativa, que de outro modo não seriam desenvolvidas, os alunos referiram o “olhar com mais atenção para a natureza, compreendendo melhor os fenómenos à sua volta”, o “aumentar a curiosidade e começar a questionar mais e a querer descobrir mais”, a “compreensão dos processos geológicos”, “não aprender as coisas de forma isolada, sem relação de umas com as outras, mas aprender a integrar os saberes”, “aprender a tirar conclusões a partir de observação”, “desenvolvimento de competências investigativas, que permitiram uma melhor compreensão da matéria teórica”. Não houve nenhum aluno que afirmasse que não tinha desenvolvido nenhuma competência nova.

5.3. Avaliações

Ao longo de toda a intervenção recorreu-se a diversos momentos e estratégias avaliativas, produzindo-se documentação que ajudou a responder às questões orientadoras deste trabalho investigativo. A avaliação formativa foi contínua, ainda que tenha tido maior incidência no processo de construção dos pósteres científicos (que fizeram parte da avaliação sumativa), tendo contribuído para esta avaliação os diários de aula (acima apresentados) e as grelhas de observação na saída de campo e durante a realização do trabalho de grupo. Por sua vez, a avaliação sumativa centrou-se nas respostas dadas aos guiões de campo, nas apresentações dos trabalhos de investigação e nos pósteres em si, ou seja, na documentação produzida pelos alunos. Os critérios de avaliação, bem como as notas que os alunos obtiveram, estão apresentados no anexo 8.

6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este último capítulo divide-se em quatro partes. A primeira diz respeito à discussão dos dados obtidos com o estudo, procurando responder às questões orientadoras definidas inicialmente. Na segunda parte apresenta-se uma reflexão final, na terceira é feita uma síntese do Cenário de Aprendizagem construído e, por fim, na última parte apresentam-se as limitações ao estudo, bem como algumas propostas para estudos futuros.

6.1. Discussão dos Resultados

Neste ponto importa relembrar que o objetivo deste estudo foi analisar a seguinte problemática: “De que modo é que uma Saída de Campo ao Parque Natural Sintra-Cascais contribui para uma maior compreensão do processo científico em Geologia, na abordagem da temática «Magmatismo. Rochas Magmáticas», em alunos de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade”. Assim, na primeira parte deste capítulo, faz-se uma discussão dos dados com o intuito de responder às questões orientadoras desta investigação. As observações efetuadas em sala de aula serviram de base para interpretar todos os resultados, estando inerentes a toda a discussão ao longo dos tópicos seguintes.

6.1.1. Que competências desenvolvem os alunos ao realizar saídas de campo no âmbito da temática apresentada?

Tal como já foi referido, pretendeu-se, ao longo de toda a intervenção, que os alunos fossem adquirindo várias competências ao nível do conhecimento substantivo, processual e epistemológico (Quadro 3).

Ao nível do conhecimento substantivo, verificou-se que a maioria dos alunos considerou que a atividade de campo foi importante no desenvolvimento de novas aprendizagens em Geologia. Percebeu-se também, através da análise dos mapas de conceitos produzidos pelos alunos no início da intervenção, antes da saída de campo e no final da intervenção, que houve uma evolução considerável dos mesmos do pré para o pós saída, tendo mais de metade dos alunos passado de mapas que faziam referência a menos de 50% dos conceitos que deviam conhecer, compreender e usar nesta unidade temática (Quadro 3), para mapas com mais de 70% dos conceitos. Isto indica que, de facto, o que os alunos aprendem em sala de aula, apesar de terem sido utilizadas

estratégias didáticas centradas nos mesmos, não se compara ao que conseguem aprender se se envolverem, de facto, com o objeto de estudo, deixando os conteúdos de ser tão teóricos e abstratos. Ao mesmo tempo, as respostas dos alunos aos questionários indicam que eles consideraram que a atividade de campo foi importante na compreensão dos conteúdos da temática trabalhada, tendo quase a totalidade dos alunos afirmado que esta os ajudou a “perceber melhor os conceitos teóricos, ao permitir pôr em prática o que aprenderam”, “olhando para a realidade e vendo aquilo que foi falado em aula”. Houve ainda alunos que referiram que quando estavam a fazer o trabalho investigativo, depois da saída, lhes foi mais fácil compreender o que liam através da pesquisa bibliográfica, porque conseguiam associar aquilo que liam com aquilo que tinham visto.

Os alunos afirmaram, ainda, que puderam desenvolver competências tais como “olhar com mais atenção para a natureza, compreendendo melhor os fenómenos à sua volta”, “maior consciência ambiental”, “aumentar a curiosidade e começar a questionar mais e a querer descobrir mais”, “compreender dos processos geológicos”, “não aprender as coisas de forma isolada, sem relação de umas com as outras, mas aprender a integrar os saberes”, “aprender a tirar conclusões a partir de observação”, “desenvolvimento de competências investigativas, que permitiram uma melhor compreensão da matéria teórica”. Estas competências, referidas pelos alunos, mostram o desenvolvimento de importantes competências no domínio do conhecimento epistemológico, tais como o reconhecimento da Geologia como uma ciência histórica e narrativa e o reconhecimento do seu carácter interpretativo. Houve também, por parte dos alunos, o reconhecimento do papel do geólogo na sociedade, o reconhecimento da importância de tomadas de decisões informadas baseadas em dados científicos e o reconhecimento da importância da literacia científica de todos os cidadãos.

Por fim, através da análise dos diários de aula e das grelhas de observação e da avaliação dos guiões de campo, das apresentações e dos pósteres científicos pode perceber-se que todos os grupos foram capazes trabalhar em conjunto, sobretudo durante a saída, e de problematizar e formular uma questão investigativa que, através da observação e tentativa de interpretação dos dados de campo, levaram a um desenvolvimento bastante satisfatório de todos os trabalhos. Ao mesmo tempo percebeu-se que os alunos que tiveram melhor nota nas avaliações dos guiões de campo e nas apresentações orais foram, também, aqueles que pertenciam aos grupos que tiveram melhor prestação durante a atividade de campo (grupos 1 e 3), sendo mais uma prova de que, de facto, as atividades de campo, quando bem aproveitadas pelos alunos,

são uma ferramenta didática de extrema importância no desenvolvimento das suas competências.

6.1.2. De que modo é que a aplicação da metodologia de saídas de campo contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas?

O desenvolvimento de aprendizagens significativas pressupõe, segundo Ausubel (1968), duas condições: em primeiro lugar, a disposição do aluno para aprender; e, em segundo, que o conteúdo a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, tem de estar relacionado com uma experiência do sujeito. Assim, um conteúdo ser ou não significativo vai depender das relações que esse conteúdo estabelece com outros conceitos já presentes, relacionados com a própria realidade do aluno.

Em relação à primeira condição, a atividade de campo aumentou o interesse e a curiosidade dos alunos e, portanto, também a sua disposição para aprender. Isto foi comprovado através das respostas obtidas nos questionários, mas foi sobretudo vivenciado durante o decorrer das próprias aulas – a reação dos alunos na primeira aula, quando perceberam que iam fazer uma saída de campo em Geologia, a sua participação ativa e constante durante as aulas sempre que se falava da região de Sintra, a forma como encararam todo o processo de desenvolvimento de uma questão investigativa, a atenção que mostraram durante a saída às explicações que iam sendo dadas, a preocupação por responderem às perguntas do guião de campo e as dúvidas pertinentes que iam surgindo ao longo do trajeto, a procura por tirar fotografias e recolher dados necessários para o seu trabalho e a iniciativa e a entreaajuda que se verificou entre os alunos. Tudo isto mostrou que os alunos tinham curiosidade e vontade de aprender acerca daquele lugar que lhes era familiar.

Relativamente à segunda condição – relação do aluno com o objeto de estudo –, verificou-se, em conversas com os alunos, que muitos deles costumam ir à praia naquela zona, ou passear com a família e, por isso, Sintra é um local que lhes é familiar e uma realidade muito próxima do local onde eles vivem. Partindo daqui, verificou-se que os alunos consideraram o trabalho de campo importante no desenvolvimento de aprendizagens significativas, ao permitir o contacto com o objeto de estudo e a aplicação de conhecimentos teóricos/ abstratos prévios à realidade do meio envolvente (que já lhes era familiar), o que “torna os conceitos mais óbvios” e permite um maior conhecimento da realidade que os rodeia. Ao mesmo tempo, os alunos também referiram que o trabalho posterior de pesquisa e análise bibliográfica se tornou muito

mais fácil, uma vez que estavam a ler sobre fenómenos que tinham observado em primeira mão.

Por fim, quando se está no campo não existe compartimentação do conhecimento, estando os fenómenos naturais todos em estreita interação. A observação em primeira mão deste facto ajudou, também, os alunos a conciliarem e a interligarem saberes, fazendo conexões entre os diferentes conteúdos.

6.1.3. Que dificuldades apresentam os alunos quando realizam saídas de campo no âmbito da temática apresentada?

Uma das dificuldades experimentadas pelos alunos associadas à atividade de campo prendeu-se com o facto de alguns deles terem ido para o campo sem saberem a teórica e, portanto, no início da saída foi-lhes mais difícil compreender tudo na sua totalidade e acompanhar o andamento da saída. O trabalho de campo pressupõe algum conhecimento de base e, como alguns alunos não se prepararam devidamente para a saída, no início foram feitas algumas perguntas sobre assuntos que já tinham sido falados em aula e verificou-se que esses alunos tiveram maior dificuldade em responder às questões do guião do aluno.

Houve ainda alunos que referiram a dificuldade do percurso feito a pé, uma vez que houve locais onde se teve de trepar e a caminhada ainda foi longa, estando bastante calor no dia da saída e não havendo locais de grande sombra durante o trajeto realizado.

Contudo, a maior dificuldade sentida durante a saída foi a de os alunos se manterem sempre atentos à explicação do professor ou às tarefas que tinham de ser feitas num determinado momento, uma vez que numa saída de campo, ao contrário do que acontece em sala de aula, os fatores de distração são muitos, e é bastante fácil dispersar.

Ao mesmo tempo, verificou-se que estes alunos não estão habituados a ter grande autonomia de trabalho e, por isso, não se verificou grande iniciativa da sua parte para fazer determinada tarefa e, quando não eram dadas grandes instruções sobre o que tinham de fazer ficavam aflitos e um pouco perdidos. Para ultrapassar um bocado este problema teve de se fazer uma saída de campo resultante da mistura de observação dirigida e baseada em resolução de problemas, embora uma saída unicamente baseada na resolução de problemas pudesse ter um maior potencial no desenvolvimento das aprendizagens significativas e nas competências dos alunos.

Contudo, apesar das dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização da atividade de campo, todos eles revelaram uma atitude positiva e ativa ao longo de toda a

saída e perante os novos desafios que lhes foram propostos. Assim, e com base nos resultados obtidos para as questões investigativas anteriores, apesar destas dificuldades existirem, as vantagens que advêm da realização de uma saída de campo no âmbito da temática apresentada são bastante maiores que as desvantagens que existem.

6.1.4. Qual a influência das saídas de campo desenvolvidas no envolvimento dos alunos e na sua perceção acerca da utilidade do trabalho do geólogo na sociedade?

Toda a presente intervenção foi planeada no sentido de os alunos experimentarem um bocado daquilo que é o trabalho do geólogo – o lançamento de uma questão investigativa inicial, o ir ao campo recolher dados e o confrontar esses dados com aquilo que diz a bibliografia. Nesta perspetiva, foi sempre referido aos alunos, ao longo da intervenção, que estavam a fazer o que os geólogos fazem e que se deviam colocar nesse papel. Houve também momentos em aula exclusivamente dedicados ao papel do geólogo na sociedade (como a análise das duas notícias relacionadas com quedas de arribas), no sentido dos alunos se consciencializarem para a sua importância.

Apesar de a grande maioria dos alunos não considerar seguir Geologia no futuro ou preferir a Biologia em detrimento da Geologia, percebeu-se que eles gostaram da atividade de campo e de todo o processo investigativo a ela associada e eles próprios, que não sabiam bem o que é que os geólogos faziam, ganharam maior consciência do importante papel do geólogo na sociedade e que a Geologia é uma área científica com influência para todos, que “não existe só para chatear” e que “tem mais importância e utilidade do que eu pensava”, referindo que o conhecimento dos geólogos e o estudo e manutenção que fazem dos vários locais é importante na prevenção de catástrofes (referiram sismos e erupções vulcânicas) e no ordenamento do território (construção de casas e estradas, para manutenção dos ecossistemas). Houve ainda alguns alunos que referiram a importância dos geólogos para a construção civil e outros que falaram da sua importância para o estudo e manutenção dos recursos geológicos. Também houve alunos que referiram que a Geologia é a ciência que permite ao homem compreender o mundo onde vive e que isso é fundamental para que possa conhecer a sua própria história e onde é que estará daqui a muitos anos e que, por isso, “a Geologia é uma visão mais abrangente que a História” e “não pode ser dissociada da Biologia”.

6.2. Reflexão Final

Ao longo de toda a prática de ensino supervisionada fui aprendendo mais sobre como ser uma boa professora e tomei maior consciência daquilo que é necessário para envolver os alunos no próprio processo de aprendizagem e, deste modo, promover o desenvolvimento de aprendizagens significativas.

Esta intervenção foi também muito importante uma vez que me fez compreender com maior clareza como é que a Geologia pode contribuir para explicar os fenómenos naturais numa perspetiva holística e integradora; fez-me desenvolver competências investigativas que implicam, por exemplo, uma atitude problematizadora e a capacidade de organização, planificação, intervenção e análise crítica; e a oportunidade de integração da teoria na prática, pela vivência de situações reais.

Ao mesmo tempo, percebi que os ambientes de aprendizagem fora da sala de aula têm um enorme potencial na aprendizagem dos alunos uma vez que, permitindo uma aprendizagem centrada no aluno, possibilitam a aquisição de conhecimentos concebidos pelas suas próprias experiências e através de relações sociais uns com os outros. Assim, apesar de se tratarem antes de tudo de ambientes formais de aprendizagem, também têm uma parte relevante de aprendizagem não formal – que se trata de uma pedagogia social transformadora e motivadora – e de aprendizagem informal – que ocorre de forma espontânea, através de conversas e vivências com os colegas, professores... (Chagas, 1993), o que torna este ambiente de aprendizagem tão rico do ponto de vista educacional, quer ao nível da aquisição de conteúdos, quer ao nível do desenvolvimento de capacidades e atitudes.

Deste modo, a aprendizagem fora da sala de aula tem um enorme potencial quer ao nível psicológico dos alunos – principalmente do ponto de vista motivacional –, quer ao nível epistemológico dos mesmos – porque associadas ao processo investigativo inerente à construção da ciência (Almeida, 1998).

Ao longo de todo o processo investigativo fui, assim, tomando maior consciência de que as atividades de campo são uma vertente fundamental da educação em ciência, uma vez que têm um grande potencial para contextualizar as aprendizagens dos alunos, envolvendo-os no próprio processo de aprendizagem e provocando a sua participação ao utilizar estratégias que despertem o seu interesse (Santos, 2008).

Assim, estes ambientes constituem-se também como um importante indutor de uma maior apetência dos alunos, quer para a escolha de carreiras relacionadas com a Ciência e a Tecnologia, quer para o acompanhamento e intervenção em problemáticas

relacionadas com a ciência. Deste modo, as atividades de campo têm um duplo potencial – um carácter mais orientado para o desenvolvimento de competências científicas, já que os alunos se aproximam do trabalho do geólogo quando realizam trabalho de campo com vista a desenvolver uma investigação, ou um carácter mais orientado para o “conhecimento público de ciência”, ao permitir um maior conhecimento sobre o funcionamento do mundo natural, a forma científica de pensar e o efeito da ciência na sociedade, levando ao desenvolvimento de um espírito mais crítico e reflexivo (Millar e Osborne, 1998). As atividades de campo promovem, assim, o desenvolvimento de conhecimentos científicos que permitem uma experiência informada e inteligente com o mundo natural; capacidades intelectuais indispensáveis à resolução de problemas da vida diária (como analisar e interpretar dados, prever e formular hipóteses); e atitudes ou disposições úteis na vida diária e no trabalho (nomeadamente, uma forma racional e analítica de pensar, intuição, curiosidade e ceticismo).

Ao mesmo tempo, a investigação tem revelado que até mesmo os alunos mais inteligentes e criativos são desencorajados por currículos aborrecidos e irrelevantes, acabando por desistir de uma carreira científica (Solomon, 1993). Assim, as atividades de campo desempenham um papel essencial na promoção da motivação dos alunos.

Também o conhecimento de ciência necessário ao trabalho dos cientistas, para além de ser bastante específico do contexto em que investigam, representa apenas um dos muitos requisitos necessários à sua profissão. Pelo contrário, vários outros requisitos considerados importantes (capacidades de análise e interpretação de dados, de trabalho em equipa e de comunicação fluente) são pouco valorizados pelos currículos atuais, marcados por uma grande ênfase factual. O desenvolvimento de atividades como as apresentadas ao longo desta intervenção criam espaço para que os alunos possam desenvolver essas aptidões, tão importantes e transversais a qualquer profissão.

Por fim, não existe garantia de que os conhecimentos de ciência adquiridos na escola sejam aplicados na vida real (Hodson, 1998) – para que tal possa acontecer, torna-se necessário um ensino de ciência que destaque a aplicabilidade e a relevância desses conteúdos e capacidades para a vida dos alunos, o que normalmente não acontece. As atividades de campo permitem isso mesmo.

Em suma, a educação científica tem um valor intrínseco (o conhecimento científico é um produto cultural de grande beleza, interesse e poder intelectual que ajuda a satisfazer a curiosidade humana acerca do mundo natural), mas também um valor

extrínseco (preparação para a vida e o trabalho). Deste modo, é necessário que exista a preparação de futuros cientistas, mas também a promoção de uma literacia científica para todos os alunos, mesmo para aqueles que não vão seguir a via das ciências na sua vida futura. Penso que a verdadeira dualidade se encontra aqui e a resposta não pode ser orientar a aprendizagem para uma proposta de educação em detrimento da outra, mas sim em saber consiliar as duas, já que o ensino da ciência não deve ser visto apenas como um corpo de conhecimentos, mas também como o ensino dos processos e métodos da ciência, que promovem o desenvolvimento de competências transversais, tais como o desenvolvimento de um espírito crítico e criativo e da capacidade de análise, sistematização, argumentação e resolução de problemas (envolvendo interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, realização de inferências...), e a promoção de atitudes inerentes ao trabalho em ciência como a curiosidade, a perseverança, o trabalho em equipa, a reflexão crítica sobre o trabalho efetuado e a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza, que são transversais a diferentes domínios. Assim, tem de haver um equilíbrio entre uma educação científica mais centrada no conhecimento substantivo, e uma educação científica mais centrada nas aplicações e consequências morais, sociais e ambientais, de modo a criar-se um ensino de ciência mais relevante, que destaque as suas aplicações.

Penso que as atividades de campo, quando bem planeadas, permitem consiliar ambos os aspetos de uma forma muito equilibrada, uma vez que o ensino de ciências fora da sala de aula é um espaço privilegiado à aprendizagem dos alunos, proporcionando uma aprendizagem que consilie o desenvolvimento de competências científicas e de competências transversais, e o desenvolvimento de aprendizagens essenciais e significativas, orientado a aprendizagem também para o conhecimento público de ciência, tendo, já que os alunos são confrontados com ambientes reais e atuais, podendo observar em primeira mão aplicações e consequências morais, sociais e ambientais. Assim, o ensino de ciência fora da sala de aula leva destaca a aplicabilidade e a relevância dos conteúdos de ciência e de capacidades científicas na vida dos alunos, mesmo daqueles que não pretendem seguir a via científica no futuro.

O ambiente de aprendizagem fora da sala de aula, pelas suas características privilegiadas, ao envolver os alunos no seu próprio processo de aprendizagem, permite e potencia estas experiências educativas, uma vez que possibilita que os alunos possam observar e estudar os objetos de estudo nos seus locais funcionais, executando tarefas

concretas, como a recolha de amostras, entre outros, e o manuseamento de instrumentos vários para recolha de dados, que depois serão trabalhados e interpretados por eles. Ao se tratar de um ambiente que proporciona também o diálogo entre pares, possibilita e potencia aos alunos a aquisição de conhecimentos concebidos pelas suas próprias experiências e através de relações sociais uns com os outros, e capacidades de análise e interpretação de dados, de trabalho em equipa e de comunicação fluente.

Por tudo o que foi dito até aqui, percebo agora mais claramente a importância e a urgência de criar atividades fora da sala de aula que promovam quer a aquisição de uma literacia científica significativa, quer a aquisição de capacidades e competências transversais e, ao mesmo tempo, façam a ligação entre ciência e sociedade e promovam o desenvolvimento da cidadania dos alunos. Consiliar isto tudo numa única atividade não é fácil e exige trabalho, prática e dedicação. Esta investigação foi muito útil porque me fez tomar maior consciência disto, uma vez que percebi que uma boa atividade de campo não é medida apenas pelo grau de organização e estruturação ou pelos seus objetivos de aprendizagem, mas também, e sobretudo, pela potencialidade que tem no desenvolvimento das competências e atitudes dos alunos.

6.3. Limitações do Estudo e Propostas para Estudos Futuros

A grande limitação deste estudo foi o facto de os participantes corresponderem apenas a 24 alunos de uma única turma, não podendo, por isso, ser considerada uma amostra significativa de uma população. Este facto torna os resultados subjetivos, não sendo por isso possível a sua generalização a outras realidades. Além disso, destes 24 alunos nem todos responderam aos questionários, o que torna ainda mais complicada a análise do grupo.

Em estudos futuros seria interessante aplicar a metodologia de investigação aqui utilizada a mais turmas e a outros anos de escolaridade (inclusivamente do ensino básico), de modo a tentar perceber se as potencialidades das saídas de campo no processo de ensino-aprendizagem notadas neste estudo seriam semelhantes ou se haveria diferenças a este nível. Com o mesmo objetivo seria também interessante trabalhar estas potencialidades em turmas com um aproveitamento académico abaixo do da turma em questão.

Uma outra limitação deste estudo foi o tempo de duração do mesmo. Teria sido bastante interessante analisar os Mapas de Conceitos feitos pelos alunos no início e no final da unidade didática lecionada e depois no final de todo o processo investigativo e

comparado os resultados, a fim de se conseguir fazer um estudo mais exato e preciso. Não tendo sido possível, os Mapas de Conceitos apenas serviram o propósito de dar aos alunos e a mim uma noção geral sobre a evolução do seu conhecimento ao longo da unidade didática.

Ao mesmo tempo, também teria sido interessante a preparação, durante as próprias aulas, da Feira da Ciência, de modo a que os alunos pudessem perceber o processo por trás da construção de uma exposição ou congresso científico, também com o objetivo de os envolver mais, de maneira a que sentissem mais a exposição como uma coisa sua. Por questões de tempo não foi possível planificar a intervenção desta maneira, pois seria necessário um maior número de aulas do que aquele que estava previsto. Assim, foram os próprios professores, sem a ajuda dos alunos, que, no fim das aulas e durante o fim de semana, prepararam esta Feira.

7. REFERÊNCIAS

- Almeida, A. M. (1998). Visitas de Estudo. *Concepções e eficácia na Aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Alves, C. A. (1964). Estudo petrológico do Maciço Eruptivo de Sintra. Rev. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2.^a Série, C, XII (2), 124-289.
- Amador, F., Silva, C. P., Baptista, J. F., Valente, R. A. (2001). *Programa de Biologia e Geologia do 10º ou 11º Anos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Amador, F. et al. (2003). *Programa de Biologia e Geologia do 11º ou 12º anos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. (1^a ed.). Nova York, Holt, Rinehart and Winston.
- Baldaia, L., Gramaxo, F., Mesquita, A. F., Santos, M. E. & Silva, A. D. (2000). 2^a Parte – Geologia. *Ciências da Terra e da Vida*. Porto: Porto Editora.
- Baldaia, L., Félix, J., Gramaxo, F., Mesquita, A. F. & Silva, A. D. (2007). 2^a Parte – Geologia. *Terra, Universo de Vida*. Porto: Porto Editora.
- Baldaia, L., Félix, J., Gramaxo, F., Mesquita, A. F. & Silva, A. D. (2010). 2^a Parte – Geologia. *Terra, Universo de Vida II* (1^a ed.). Porto: Porto Editora.
- Baltazar, L. & Martins, C. (2005). Atlas do Parque Natural de Sintra-Cascais. Edição de Junta de Turismo da Costa do Estoril e Parque Natural Sintra-Cascais.
- Baptista, M. L. (2010). *Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico*. Tese (Doutorado em Educação – Didáctica das Ciências) - Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bonito, J., Macedo, R. & Pinto, J. (1999). *Metodologia das Actividades Práticas de Campo no Ensino das Geociências na Formação Inicial de Professores: Uma Experiência em Pinhel*. Escola Superior de Educação da Universidade do Algarve.

- Bonito, J., & Sousa, M. (1997). Actividades Práticas de Campo em Geociências: Uma Proposta Alternativa. *Didácticas: Metodologias da Educação* (pp. 75-91). Braga: Departamento de Metodologia da Educação da Universidade do Minho.
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carmen, L. D. & Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. *La enseñanza y el aprendizaje de las*, 159.
- Carmo, H. & Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Chagas, I. (1993). *Aprendizagem não formal/ formal das ciências: Relações entre museus de ciência e escolas*. *Revista de Educação*, 3 (1), 51-59. Lisboa.
- Cohen, L. M. (2007). *Research methods in education*. Nova Iorque: Routledge.
- Collins, A. (2002). How Students Learn and How Teachers Teach. Em R. W. Bybee, *Learning Science and the Science of Learning* (pp. 3-11). Arlington, Virginia: Science Educator's Essay Collection.
- Costa, A. S., Nascimento, A. V., Cruz, E. B., Terra, L. L. & Silva, M. R. (2013). O uso do método estudo de caso na Ciência da Informação no Brasil. *Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 4 (1), pp. 49-69.
- Creswell, J. W. & Clark, V. L. P. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- DEB. (1997). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Decreto-Lei n.º 74/2004 de 26 de março do Ministério da Educação. (26 de março de 2004). *Diário da República: I série*, nº 131. Obtido a 21 de maio de 2019, de <https://dre.pt/application/conteudo/210801>
- Dias, A. G., Guimarães, P. & Rocha, P. (2004). *Geologia 11*. Porto: Areal Editores.
- Dodick, J., & Orion, N. (2003). Geology as an Historical Science: Its Perception within Science and the Education System. *Science & Education*, 12, pp. 197-211.
- Donaldson, C. H., Guildford, C. & Mackenzie, W. S. (1999). *Atlas of Igneous Rocks and Their Textures*. UK: Longman Group.
- Dourado, L. G. P. & Sequeira, M. J. C. (2001). *O trabalho prático no ensino das Ciências Naturais: situação actual e implementação de propostas inovadoras para o trabalho laboratorial e o trabalho de campo*. Universidade do Minho.

- Fensham, P. (1997). School science and its problems with scientific literacy. In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?*, pp. 119-136. Londres: Routledge.
- Fernandes, D. (2004). *Avaliação das aprendizagens: uma agenda, muitos desafios*. Lisboa: Texto Editora.
- Fernandes, D. (2007). A avaliação das aprendizagens no Sistema Educativo Português. *Educação e Pesquisa*, 33 (3), pp. 581-600.
- Fernandes, D. & Fialho, N. (2012). Dez anos de práticas de avaliação das aprendizagens no Ensino Superior: uma síntese da literatura (2000-2009). Em C. L. (cords.), *Ensino superior: Inovação e qualidade na docência*. Porto: Centro de Investigação e Intervenção Educativas da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto.
- Ferreira, C. A. (2009). A avaliação na metodologia de trabalho de projeto: uma experiência na formação de professores. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 43 (1), pp. 143-158.
- Ferreira J. & Ferreira M. (2008). Geologia – Volume 2. *Planeta com Vida 11º Ano* (1ª ed.). Lisboa: Santillana.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. Nova Iorque: McGraw Hill.
- Freire, A. M. (2009). *Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação*. Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Galopim de Carvalho, A. M. (2016). Geologia da Serra de Sintra, em meia dúzia de palavras. In *V Encontro de História de Sintra, Sintra, 27-29 de outubro 2016*.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de Competências em Ciências: sugestões para professores dos ensinos Básico e Secundário* (1ª ed.). Porto: Asa Editores, S.A.
- Grotzinger, J., Jordan, T. H., Press, F. & Siever, R. (2006). *Understanding Earth* (4ª ed.). Nova Iorque: W. H. Freeman & Company.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hohenstein, J. & Manning, A. (2010). Thinking about Learning. In J. Osborne, & J. Dillon (Eds.), *Good Practice in Science Teaching* (pp. 68 - 81). London: Open University Press.

- Leal, N. & Kullberg, J. C. (2015). *O Maciço Eruptivo de Sintra: Um compêndio de Geologia*. Departamento de Ciências da Terra, FCT/ UNL.
- Leite, L. (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. Em M. Sequeira, *Trabalho prático e experimental na educação em ciências* (pp. 91-108). Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L. (2006). Da complexidade das atividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. *XIX Congresso ENCIGA*. Póvoa do Varzim.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (2005). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Mackenzie, A. A. & White, R. T. (1982). Fieldwork in geography and long-term memory structures. *American Educational Research Journal*, 19(4), 623-632.
- Marshak, S. (2008). *Earth: Portrait of a Planet* (3ª ed.). Londres: Norton & Company.
- Marshak, S. (2016). *Essentials of Geology* (5ª ed.). Nova Iorque: W. W. Norton & Company.
- Martins, I., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira R., Rodrigues, A. V. & Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental – Formação de Professores* (2ª ed.). Coleção Ensino Experimental das Ciências. Lisboa: Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Matos Alves, C. A. (1994). *Estudo petrográfico do Maciço Eruptivo de Sintra*. Rev. Fac. Ciências, Universidade de Lisboa, 2.ª Série, C, XII (2), 124-289.
- Matos, M. C. (2011). Unções e tipologias da avaliação das aprendizagens: Análise no ensino secundário. *Revista Alentejo Educação*, 3, pp. 31-43.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College.
- Miranda, B. (2008). *Paradigmas da Investigação Educacional*. Disponível em <http://adrodomus.blogspot.com/2008/06/paradigmas-da-investigao-educacional.html> (consultado em 25 de março de 2019).
- Orion, N. (1989). Development of a High-School Geology Course Based on Field Trips. *Journal of Geological Education*; 37. 13-17.
- Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331.

- Orion, N. & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of research in science teaching*, 31(10), 1097-1119.
- Palacios, T. & Matos Alves, C. A. (1997). *Sintra Mineral*. Edição do Departamento e Centro de Geologia da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- Piaget, J. (1970). *Structuralism*. New York: Basic Books.
- Queiroz, C. (1998). A ciência em debate. In J. L. Alves (Ed.). *Ética e o futuro da democracia* (pp. 451-458). Lisboa: Edições Colibri.
- Ribeiro, O. (1940). Remarques sur la morphologie de la région de Sintra et Cascais. *Rev. Géograph. Pyrénées Sud-Ouest*, II, (3-4), 203-218.
- Rojas, R. A. (1998). La metodología del cuestionario. *La sociología en sus Escenarios*, 1, 1-15.
- Salles Gava, T. B., Silva de Menezes, C. & Cury, D. (2003). *Aplicações de Mapas Conceituais na Educação como Ferramenta Metacognitiva*. Departamento de Informática, Universidade Federal do Espírito Santo.
- Santos, J. C. F. (2008). *Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor*. Porto Alegre: Mediação.
- Santos, L. (2002). Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como?. Em P. A. Abrantes, *Avaliação das aprendizagens* (pp. 76-84). Lisboa: Ministério da Educação.
- Santos, R. I., (2015). *A Importância Do Trabalho Prático, Experimental E Laboratorial, Assim Como Das Aulas De Campo (Visitas De Estudo E Saídas De Campo) No Ensino Da Biologia E Da Geologia*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ensino da Biologia e da Geologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Silva, E. A. (2013). As Metodologia qualitativas de investigação nas ciências sociais. *Revista Angolana de Sociologia*, pp. 77-99.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- Teixeira, C. (1962). *O Maciço Eruptivo da Serra de Sintra*. Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, Col. Natura, N. S., vol.7, 48p.
- Terrinha, P., Aranguren, A., Kullberg, M. C., Pueyo, E., Kullberg, J. C., Casas Sainz, A. M. & Rillo, C. (2003). *Complexo ígneo de Sintra – um modelo de instalação constrangido por novos dados de gravimetria e ASM*. Departamento de Ciências da Terra, Universidade Nova de Lisboa.

- Vasconcelos, C., Praia, J. & Almeida, L. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 7(1), 11-19.
- Ventura, M. M. (2007). O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. *Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro*, pp. 383-386.
- Yin, R., K. (2010). *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zompero, A. & Laburú, C. E. (2010). As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, pp. 12-19.

8. ANEXOS

I. POWERPOINTS DAS AULAS LECIONADAS

Aula 1



MAGMATISMO: ROCHAS MAGMÁTICAS

CALENDARIZAÇÃO

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
				1	2	3	1 (aula dada pelo professor cooperante)	2 (aula dada pelo professor cooperante)	3	4	5	6	7
4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14
11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21
	PRÉ SAÍDA		(não há aula)	PRÉ SAÍDA									
18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
PRÉ SAÍDA	PRÉ SAÍDA		PRÉ SAÍDA	SAÍDA DE CAMPO									
25	26	27	28	29	30	31	29	30					
PÓS SAÍDA	PÓS SAÍDA		PÓS SAÍDA	PÓS SAÍDA									



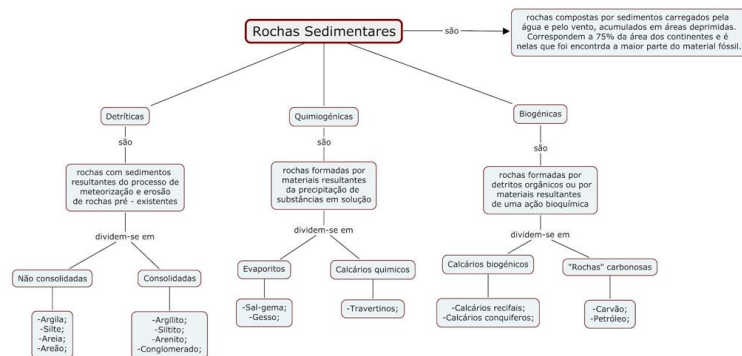
ROCHAS MAGMÁTICAS



SAÍDA DE CAMPO



MAPA DE CONCEITOS



ROCHAS MAGMÁTICAS



ROCHAS MAGMÁTICAS

O QUE É UMA ROCHA MAGMÁTICA?

O QUE É O MAGMA?

QUAL A DIFERENÇA QUE EXISTE ENTRE MAGMA E LAVA?



ROCHAS MAGMÁTICAS

O QUE É UMA ROCHA MAGMÁTICA?

Rocha que resultam do arrefecimento e consolidação do magma

O QUE É O MAGMA?

Mistura silicatada de rocha fundida total ou parcialmente, com uma importante componente gasosa. A rocha funde em profundidade devido a elevadas condições de temperatura.

QUAL A DIFERENÇA QUE EXISTE ENTRE MAGMA E LAVA?

A lava é o magma que ascende até à superfície, devido a uma erupção vulcânica, e que, por isso, perdeu grande parte da sua componente gasosa



ROCHAS MAGMÁTICAS

ONDE É QUE SE FORMAM MAGMAS E, CONSEQUENTEMENTE, ROCHAS MAGMÁTICAS?

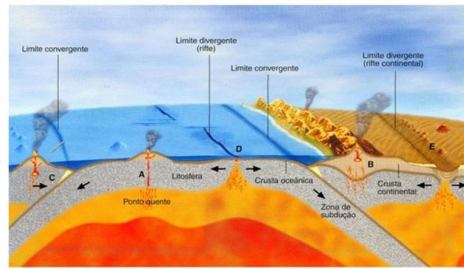
PORQUE É QUE SÓ HÁ FUSÃO DE ROCHAS DO MANTO NESTAS ZONAS?



ROCHAS MAGMÁTICAS

ONDE É QUE SE FORMAM MAGMAS E, CONSEQUENTEMENTE, ROCHAS MAGMÁTICAS?

Maior parte nos limites convergentes e divergentes das placas litosféricas



PORQUE É QUE SÓ HÁ FUSÃO DE ROCHAS DO MANTO NESTAS ZONAS?

Devido à diminuição da pressão que se verifica nas zonas de limites divergente e nos pontos quentes e devido a fenómenos de hidratação em limites convergentes



QUAIS AS CONDIÇÕES QUE FAVORECEM A FORMAÇÃO DE MAGMAS?

POR QUE É QUE A ROCHA, QUANDO FUNDE E FORMA MAGMA, ASCENDE?

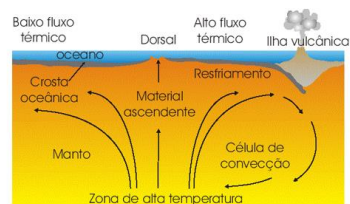


QUAIS AS CONDIÇÕES QUE FAVORECEM A FORMAÇÃO DE MAGMAS?

- Temperaturas elevadas
- Diminuição da pressão
- Junção de água aos materiais mantélicos

POR QUE É QUE A ROCHA, QUANDO FUNDE E FORMA MAGMA, ASCENDE?

Porque é menos denso do que as rochas envolventes



DE ACORDO COM O MODO DE JAZIDA, QUE TIPOS DE ROCHAS MAGMÁTICAS EXISTEM?

QUAL A DIFERENÇA MAIS SIGNIFICATIVA QUE ENCONTRAMOS ENTRE ELAS?



ROCHAS MAGMÁTICAS

DE ACORDO COM O MODO DE JAZIDA, QUE TIPOS DE ROCHAS MAGMÁTICAS EXISTEM?

Vulcânicas (ou extrusivas) e Plutônicas (ou intrusivas)



QUAL A DIFERENÇA MAIS SIGNIFICATIVA QUE ENCONTRAMOS ENTRE ELAS?

A principal diferença é textural: diferente tamanho dos minerais



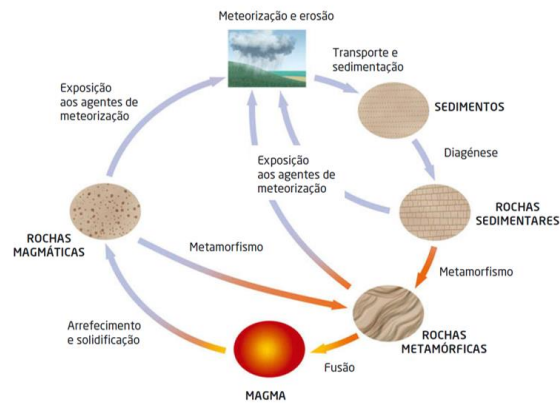
ROCHAS MAGMÁTICAS

COMO É QUE SE FORMAM OS MINERAIS?



ROCHAS MAGMÁTICAS

COMO É QUE SE FORMAM OS MINERAIS?



QUAIS É QUE SÃO AS CARACTERÍSTICAS DOS MINERAIS?

O QUE É O ISOMORFISMO E O POLIMORFISMO?

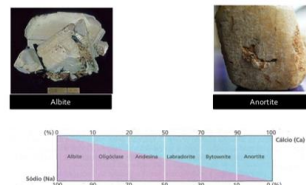


QUAIS É QUE SÃO AS CARACTERÍSTICAS DOS MINERAIS?

- Sólido
 - Inorgânico
 - Natural
 - Com composição química definida ou variável dentro de certos limites
 - Com estrutura cristalina
- Em conjunto definem inequivocamente um mineral

O QUE É O ISOMORFISMO E O POLIMORFISMO?

Isomorfismo: minerais quimicamente diferentes mas com a mesma estrutura interna e formas externas semelhantes. Exemplo: plagioclases



Polimorfismo: minerais que têm a mesma composição química, mas estrutura cristalina diferente. Exemplo: diamante e grafite

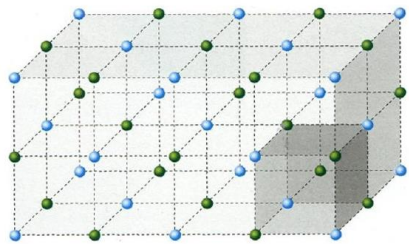


O QUE É QUE É A ESTRUTURA CRISTALINA?



O QUE É QUE É A ESTRUTURA CRISTALINA?

É a disposição ordenada dos átomos ou iões, formando uma rede tridimensional que segue um modelo geométrico regular e característico de cada espécie mineral.



QUE PROCESSOS INTERVÊM NA FORMAÇÃO DA ESTRUTURA CRISTALINA NOS MINERAIS?



QUE PROCESSOS INTERVÊM NA FORMAÇÃO DA ESTRUTURA CRISTALINA NOS MINERAIS?

- A temperatura
- O tempo
- A agitação do meio em que se formam
- O espaço disponível

DE QUE MODO É QUE A TEMPERATURA INFLUENCIA A FORMAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DE CRISTAIS?



ROCHAS MAGMÁTICAS

QUE PROCESSOS INTERVÊM NA FORMAÇÃO DA ESTRUTURA CRISTALINA NOS MINERAIS?

- A temperatura
- O tempo
- A agitação do meio em que se formam
- O espaço disponível

DE QUE MODO É QUE A TEMPERATURA INFLUENCIA A FORMAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DE CRISTAIS?

1



2



3



ROCHAS MAGMÁTICAS

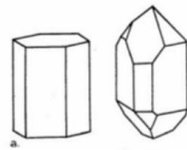
A ESTRUTURA CRISTALINA NOS MINERAIS INFLUENCIA A SUA FORMA EXTERIOR?

DE QUE MODO?

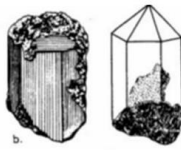


ROCHAS MAGMÁTICAS

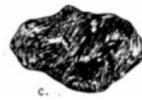
A ESTRUTURA CRISTALINA NOS MINERAIS INFLUENCIA A SUA FORMA EXTERIOR?
DE QUE MODO?



Cristais euédricos



Cristais subédricos



Cristais anédricos



ROCHAS MAGMÁTICAS

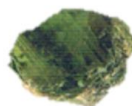
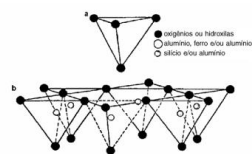
QUAL É O PRINCIPAL CONSTITUINTE DO MAGMA E, PORTANTO, DOS MINERAIS?

ROCHAS MAGMÁTICAS

QUAL É O PRINCIPAL CONSTITUINTE DO MAGMA E, PORTANTO, DOS MINERAIS?

A sílica

MINERAIS SILICATADOS



Olivina



Biotite



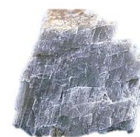
Quartzo



Piroxena



Moscovite



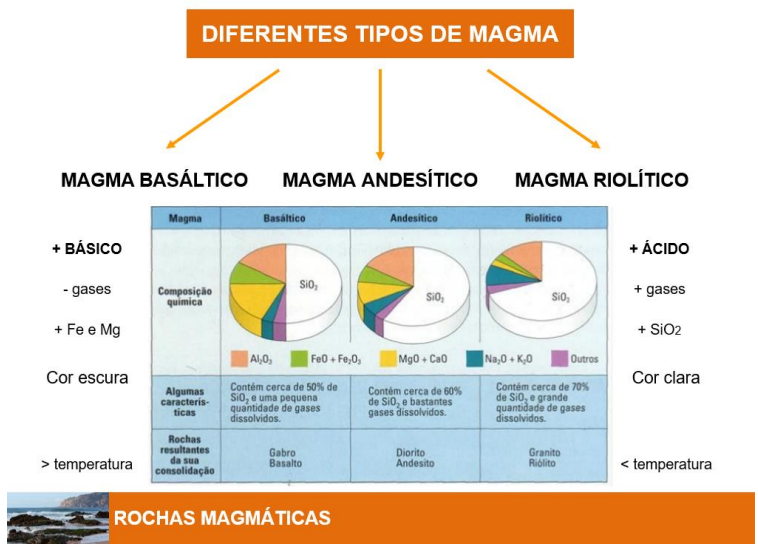
Plagioclases

ROCHAS MAGMÁTICAS

Aula 2



MAGMATISMO: ROCHAS MAGMÁTICAS



ROCHAS MAGMÁTICAS

DIFERENCIAÇÃO MAGMÁTICA

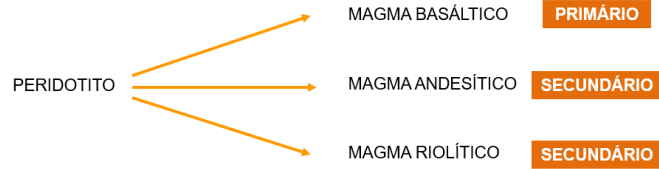
COMO É QUE SE ORIGINAM DIFERENTES TIPOS DE MAGMA A PARTIR DA FUSÃO DA MESMA ROCHA DO MANTO?



ROCHAS MAGMÁTICAS

DIFERENCIAÇÃO MAGMÁTICA

COMO É QUE SE ORIGINAM DIFERENTES TIPOS DE MAGMA A PARTIR DA FUSÃO DA MESMA ROCHA DO MANTO?



MAGMA PRIMÁRIO: Resulta da fusão de rochas da parte superior do manto

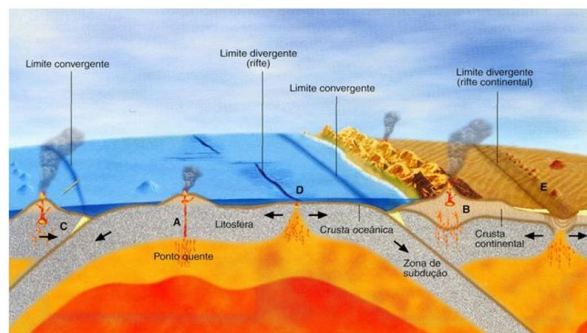
MAGMA SECUNDÁRIO: Resulta da fusão **menos profunda** de rochas crostais



ONDE SE FORMAM OS MAGMAS?

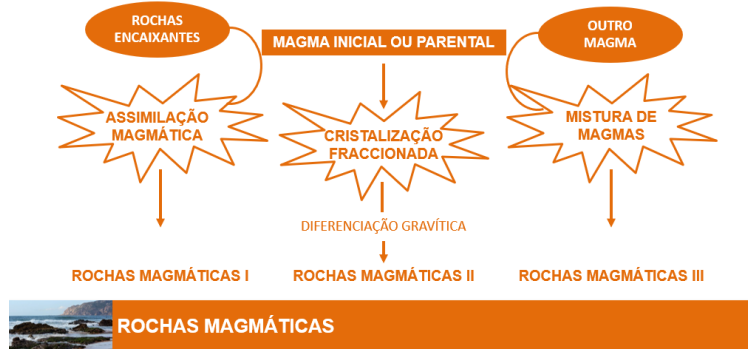


ONDE SE FORMAM OS MAGMAS?



PROCESSOS DE DIFERENCIAÇÃO MAGMÁTICA

- CRISTALIZAÇÃO FRACCIONADA
- DIFERENCIAÇÃO GRAVÍTICA
- MISTURA DE MAGMAS
- ASSIMILAÇÃO MAGMÁTICA

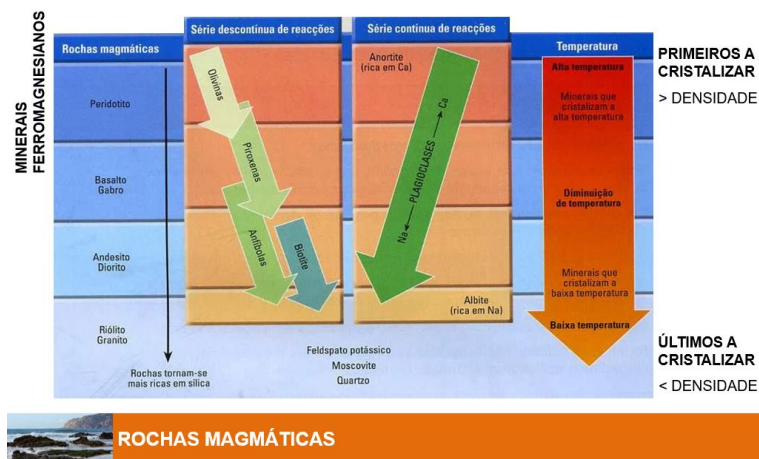


CRISTALIZAÇÃO FRACCIONADA

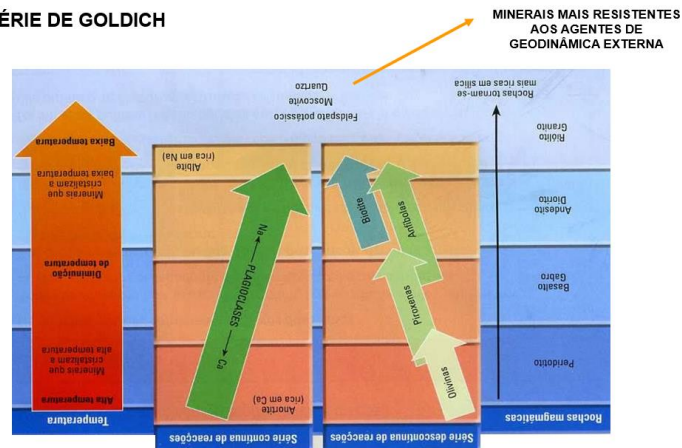
MINERAIS SILICATADOS



CRISTALIZAÇÃO FRACCIONADA: SÉRIE REACCIONAL DE BOWEN

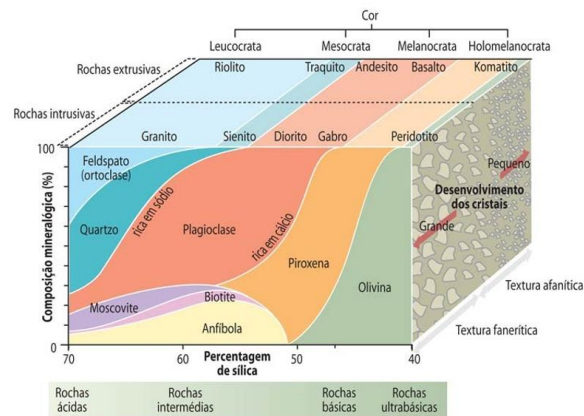


SÉRIE DE GOLDICH

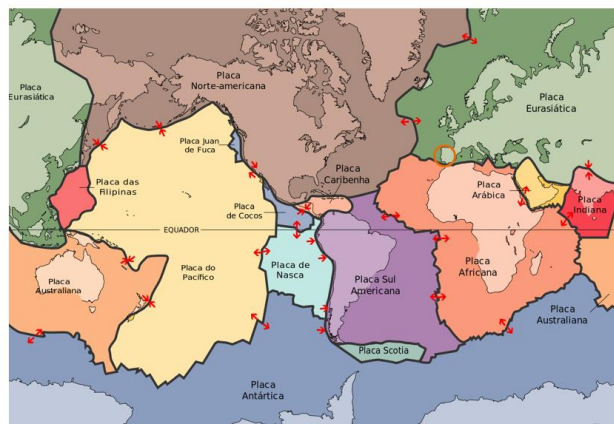


ROCHAS MAGMÁTICAS

CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS MAGMÁTICAS



ROCHAS MAGMÁTICAS



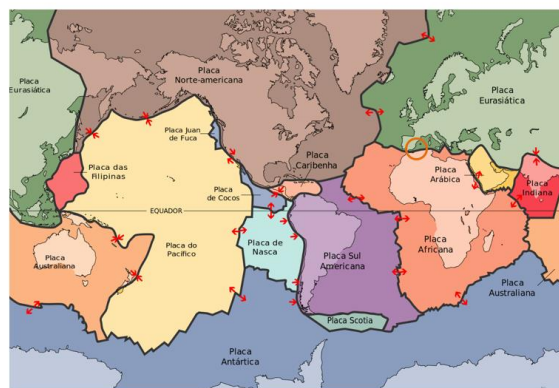
ROCHAS MAGMÁTICAS

Aula 3



MAGMATISMO: ROCHAS MAGMÁTICAS

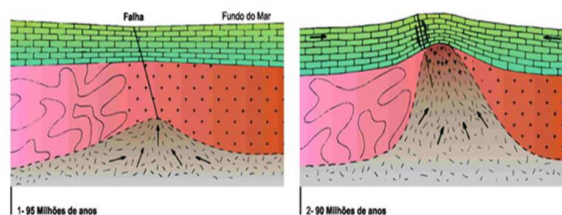
INTRODUÇÃO À GEOLOGIA DA SERRA DE SINTRA



ROCHAS MAGMÁTICAS

INTRODUÇÃO À GEOLOGIA DA SERRA DE SINTRA

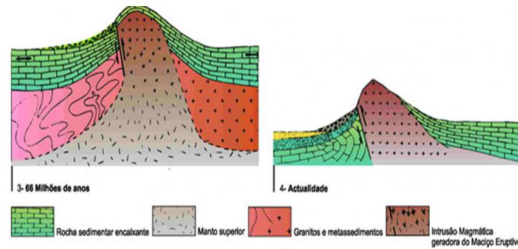
- Magma do hotspot ascendeu e começou a fundir as rochas da crosta continental, acidificando
- Magma subiu devido à existência de uma zona de fraqueza criada por uma falha geológica com orientação E-W



ROCHAS MAGMÁTICAS

INTRODUÇÃO À GEOLOGIA DA SERRA DE SINTRA

- Camadas sedimentares suprajacentes foram empurradas e elevadas, formando uma abóbada, no interior da qual o magma subiu, arrefeceu e solidificou
- Erosão diferencial colocou a descoberto o granito, que estava coberto por rochas sedimentares, sobretudo calcário



OBJETIVO DO TRABALHO

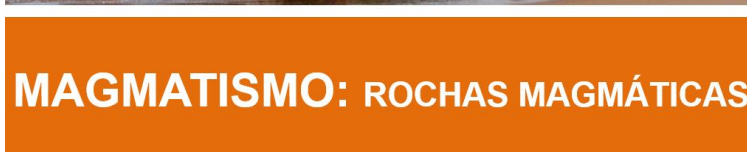
Construção de um póster onde:

- Seja feito um pequeno enquadramento geográfico, litológico, geomorfológico e geotectónico da região em questão
Terão de ter em conta quais as rochas magmáticas mais abundantes, qual a idade da sua génese e quais as características que apresentam
- Seja desenvolvida a questão investigativa

apresentem **apenas** a parte investigativa

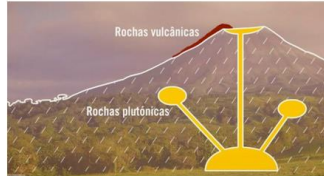


Aula 4



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

- Cor
- Textura
- Modo de jazida
- Composição química
- Composição mineralógica



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

COR DOS MINERAIS



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

COR DOS MINERAIS



LEUCOCRATA: se predominam numa rocha minerais félsicos

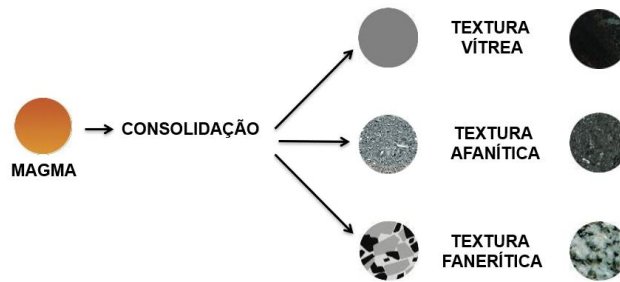
MESOCRATA: se a rocha tem cor intermédia (% semelhante de minerais félsicos e máficos)

MELANOCRATA: se predominam numa rocha minerais máficos



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

TEXTURA

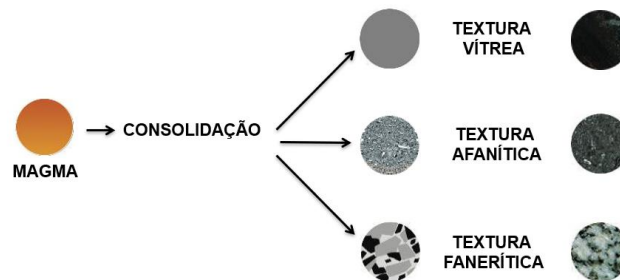


TEXTURA VÍTREA: quando o arrefecimento é tão rápido que não ocorre cristalização.



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

TEXTURA

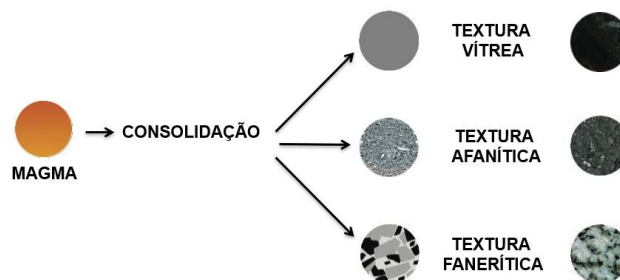


TEXTURA AFANÍTICA: quando há formação de cristais de reduzida dimensão, não distinguíveis a olho nu.



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

TEXTURA



TEXTURA FANERÍTICA: quando há formação de cristais desenvolvidos, visíveis em observação macroscópica.



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

MODO DE JAZIDA



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

MODO DE JAZIDA



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

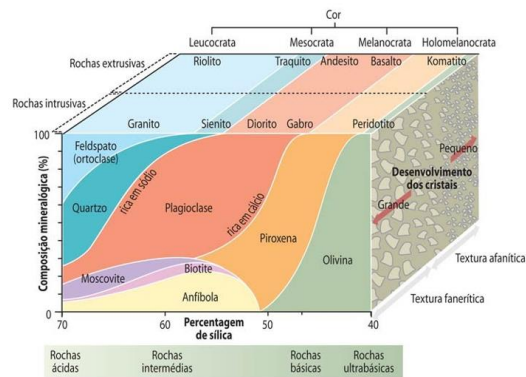
COMPOSIÇÃO QUÍMICA

	MAGMA BASÁLTICO	MAGMA ANDESÍTICO	MAGMA RIOLÍTICO	
	Magma	Basáltico	Andesítico	Riolítico
+ BÁSICO				+ ÁCIDO
- gases				+ gases
+ Fe e Mg				+ SiO ₂
Cor escura	<div>Composição química</div>			Cor clara
> temperatura	<div>Algunas características</div> <p>Contém cerca de 50% de SiO₂ e uma pequena quantidade de gases dissolvidos.</p>	<p>Contém cerca de 60% de SiO₂ e bastantes gases dissolvidos.</p>	<p>Contém cerca de 70% de SiO₂ e grande quantidade de gases dissolvidos.</p>	< temperatura
	<div>Rochas resultantes da sua consolidação</div> <p>Gabro Bassalto</p>	<p>Diorito Andesito</p>	<p>Granito Riólito</p>	
% SÍLICA	45 a 50%	50 a 70%	> que 70%	
	ROCHA BÁSICA	ROCHA INTERMÉDIA	ROCHA ÁCIDA	



CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

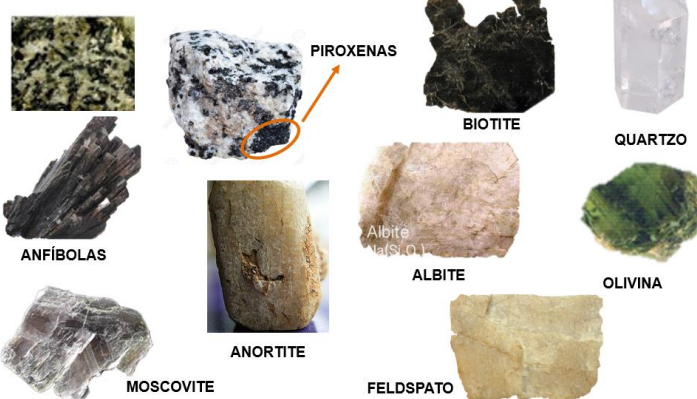
COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA



ROCHAS MAGMÁTICAS

CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA



ROCHAS MAGMÁTICAS

Rocha	Cor			Existência de cristais visíveis macroscopicamente		Dimensão relativa dos cristais constituintes	Quartzo		Outros minerais identificados
	Clara	Intermédia	Escura	Sim	Não		Presente	Ausente	
A									
B									
C									
D									

ROCHAS MAGMÁTICAS									
1	Rocha com textura fanerítica							2	
	Rocha com textura afanítica							4	
2	Rocha de cor clara, com quartzo e feldspato								Granito
	Rocha de cor escura, sem quartzo								3
3	Rocha onde se observam cristais de olivina e piroxena								Gabro
	Rocha constituída por biotite e anfibola								Diorito
4	Rocha de cor clara na qual predomina o feldspato potássico								Riólito
	Rocha de cor escura								5
5	Rocha na qual se observa pequenos cristais de olivina numa matriz afanítica a vitrea								Basalto
	Rocha rica em plagioclases, biotite e anfibola								Andesito

Aula 5



MAGMATISMO: ROCHAS MAGMÁTICAS

SAÍDA DE CAMPO À SERRA DE SINTRA

ZONA DE GRANDE INTERESSE GEOLÓGICO E ECOLÓGICO

↳ Parque Natural de Sintra-Cascais

SISTEMA DUNAR GUINCHO-CRESMINA

1. Associado a fauna e flora únicas (plantas nativas como por ex. a sabina-das-praias) – este ecossistema singular só sobrevive se houver um equilíbrio das dunas
2. Protegem os terrenos interiores da subida do nível do mar

↙ A existência de barreiras estreitou o corredor de transporte eólico da areia, acelerando a sua dinâmica

↓
Diminuição da área de praia (10 m/ano) – leva a efeitos dramáticos no que respeita a perda de solos aráveis, infraestruturas e habitações



ROCHAS MAGMÁTICAS

Dunas do Guincho



ROCHAS MAGMÁTICAS

ARRIBAS

Resultam da abrasão marinha sobre rochas duras e resistentes à meteorização
Retardam o avanço da linha de costa
O recuo progressivo da arriba cria plataformas de abrasão

Tem de haver ordenamento do território para que haja estabilização das arribas



FAUNA E FLORA ÚNICAS

Da serra até à zona litoral encontramos uma grande quantidade de espécies animais, sendo 33 de mamíferos, 20 de répteis, 159 de aves, 12 de anfíbios e 9 de peixes de água doce.

Serra de Sintra: permite uma **vegetação única**

900 espécies de flora autóctones, sendo que 10% são endemismos

Contrasta com a vegetação da área, bem mais seca, que rodeia a Serra a Norte e a Sul



sabina-das -praias



miosótis-das-praias



FAUNA E FLORA ÚNICAS



gineta *Genetta genetta*



morcego-de-ferradura-mediterrânico



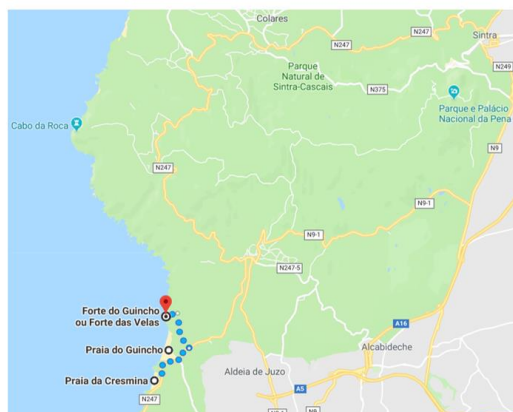
águia de Bonelli *Aquila fasciata*



fritilária-dos-pântanos



ROTEIRO DA SAÍDA



ROCHAS MAGMÁTICAS

MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A SAÍDA

- Vestuário adequado e calçado confortável
- Máquina fotográfica (uma por grupo)
- Caderno de campo
- Material de escrita

PLANO DA SAÍDA

Saída do Colégio

Início da visita: Praia da Cresmina e Praia Grande do Guincho

Almoço no Forte do Guincho ou Forte das Velas

Praia do Abano

Fim da visita: Promontório do X

Retorno ao Colégio

II. FICHA DE TRABALHO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

“FORMAÇÃO DE CRISTAIS DE ENXOFRE”

Atividade Experimental “Formação de cristais de enxofre”

– Simulação das condições de formação das rochas magmáticas –

Antes de começar a realizar a experiência, formule uma hipótese para a questão levantada. A realização da experiência servirá para testar a sua hipótese.

Nota: não esquecer que para testar uma hipótese é necessário que exista um grupo controlo.

Tendo por base os seus conhecimentos acerca dos materiais de laboratório, e depois de formulada a hipótese que pretende testar, discuta com o seu grupo de trabalho um procedimento que permita testar essa mesma hipótese e quais os materiais necessários para o fazer. Depois disso, formule uma lista dos materiais que vai precisar e enuncie o procedimento que irá seguir para a realização desta atividade experimental.

1. Registe e compare os resultados obtidos em cada uma das situações consideradas na experiência.
2. Qual é a variável dependente? E a independente?
3. Qual é o grupo controlo?
4. Qual foi o fator condicionante do aspeto e desenvolvimento dos cristais obtidos que foi testado nesta experiência?
5. Os resultados obtidos vão ao encontro daquilo que esperava? Porquê?
6. Estabeleça uma relação entre a velocidade de arrefecimento do magma e a presença ou ausência de cristais em cada uma das situações por si criadas.

III. FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS MAGMÁTICAS EM AMOSTRA DE MÃO

1. Com base nas observações que faz das amostras de mão que lhe foram fornecidas, complete o seguinte quadro:

Rocha	Cor			Existência de cristais visíveis macroscopicamente		Dimensão relativa dos cristais constituintes	Quartzo		Outros minerais identificados
	Clara	Intermédia	Escura	Sim	Não		Presente	Ausente	
A									
B									
C									
D									

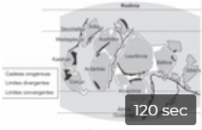
2. Com base nos dados recolhidos anteriormente, utilize a seguinte chave dicotómica para classificar as amostras de mão que lhe foram fornecidas.

ROCHAS MAGMÁTICAS		
1	Rocha com textura fanerítica	2
	Rocha com textura afanítica	4
2	Rocha de cor clara, com quartzo e feldspato	Granito
	Rocha de cor escura, sem quartzo	3
3	Rocha onde se observam cristais de olivina e piroxena	Gabro
	Rocha constituída por biotite e anfíbola	Diorito
4	Rocha de cor clara na qual predomina o feldspato potássico	Riolito
	Rocha de cor escura	5
5	Rocha na qual se observa pequenos cristais de olivina numa matriz afanítica a vítrea	Basalto
	Rocha rica em plagioclases, biotite e anfíbola	Andesito

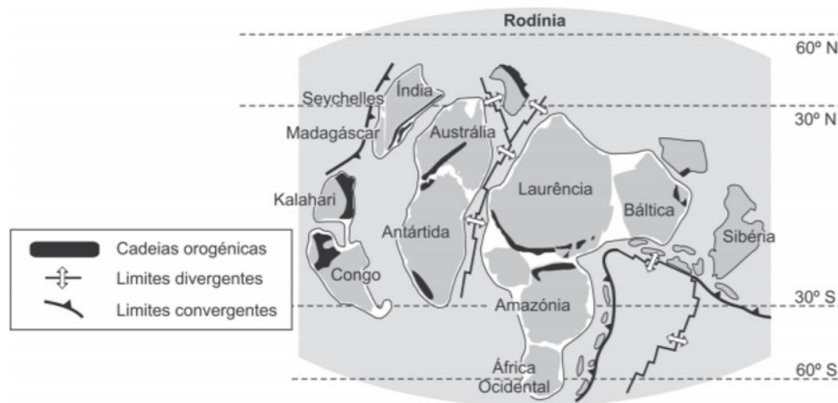
IV.KAHOOT!

<https://create.kahoot.it/share/diferenciacao-magmatica/92cd2c43-b979-4e77-ad98-7341748e4678>

Q1: Após a fragmentação da Rodínia, entre a Austrália e a Laurência, terão sido originadas rochas



<input type="radio"/>	melanocratas, ricas em minerais ferromagnesianos	✓
<input type="radio"/>	leucocratas, ricas em minerais ferromagnesianos.	✗
<input type="radio"/>	melanocratas, ricas em aluminossilicatos de potássio	✗
<input type="radio"/>	leucocratas, ricas em aluminossilicatos de potássio.	✗




Q2: Os peridotitos caracterizam-se por serem rochas geoquimicamente

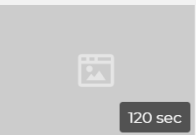


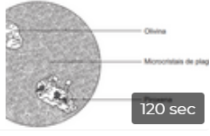
<input type="radio"/>	ácidas, com muitos silicatos de ferro e magnésio	✗
<input type="radio"/>	ultrabásicas, com muitos silicatos de alumínio e potássio	✗
<input type="radio"/>	ultrabásicas, com muitos silicatos de ferro e magnésio	✓
<input type="radio"/>	ácidas, com muitos silicatos de alumínio e potássio	✗

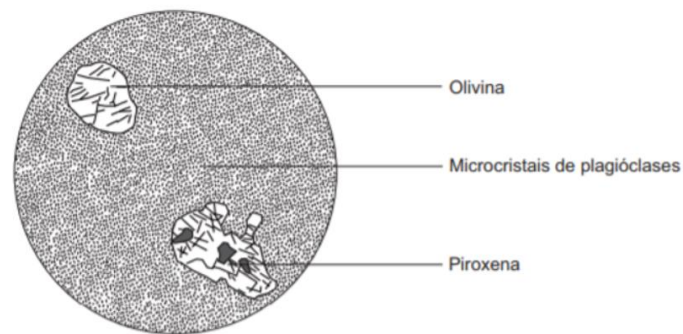
Q3: Por cristalização fracionada e diferenciação gravítica, o magma parental foi-se tornando

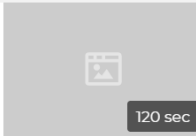



<input type="radio"/>	mais denso e mais rico em sílica.	✗
<input type="radio"/>	mais denso e mais pobre em sílica.	✗
<input type="radio"/>	menos denso e mais rico em sílica.	✓
<input type="radio"/>	menos denso e mais pobre em sílica.	✗


Q4: Em zonas de subdução, formam-se magmas		
<input type="radio"/>	andesíticos, que em profundidade originam andesito	✗
<input type="radio"/>	riolíticos, que à superfície originam granito	✗
<input checked="" type="radio"/>	andesíticos, que em profundidade originam diorito	✓
<input type="radio"/>	riolíticos, que à superfície originam gabro	✗


Q5: A rocha representada classifica-se como x, devido à y de minerais máficos na sua constituição		
<input type="radio"/>	x- leucocrática ... y- escassez	✗
<input checked="" type="radio"/>	x- melanocrática ... y- abundância	✓
<input type="radio"/>	x- leucocrática ... y- abundância	✗
<input type="radio"/>	x- melanocrática ... y- escassez	✗




Q6: Enclaves microgranulares de rochas melanocratas num granito		
<input type="radio"/>	resultaram de um magma mais ácido.	✗
<input checked="" type="radio"/>	têm maior quantidade de minerais ferromagnesianos.	✓
<input type="radio"/>	cristalizaram a temperaturas mais baixas.	✗
<input type="radio"/>	são mais ricos em minerais félsicos.	✗

<p>Q7: Ao consolidarem em profundidade, materiais de composição andesítica originariam uma rocha</p>		 120 sec
<input type="checkbox"/>	melanocrata, do tipo dos peridotitos.	✗
<input checked="" type="checkbox"/>	mesocrata, do tipo dos dioritos.	✓
<input type="checkbox"/>	rica em feldspatos potássicos, do tipo dos granitos.	✗
<input type="checkbox"/>	rica em olivina, do tipo dos gabros.	✗


<p>Q8: A olivina, relativamente à piroxena, apresenta, geralmente, ponto de fusão mais</p>		 120 sec
<input checked="" type="checkbox"/>	elevado, pelo que tende a cristalizar antes da piroxena.	✓
<input type="checkbox"/>	elevado, pelo que tende a cristalizar depois da piroxena.	✗
<input type="checkbox"/>	baixo, pelo que tende a cristalizar antes da piroxena	✗
<input type="checkbox"/>	baixo, pelo que tende a cristalizar depois da piroxena.	✗

<p>Q9: O traquito é uma rocha constituída por feldspatos potássicos que se podem associar a minerais</p>		 120 sec
<input type="checkbox"/>	de olivina e de plagioclase sódica.	✗
<input type="checkbox"/>	de piroxena e de plagioclase cálcica.	✗
<input type="checkbox"/>	de anfíbola e de plagioclase cálcica.	✗
<input checked="" type="checkbox"/>	de biotite e de plagioclase sódica.	✓





<p>Q10: Considere as seguintes afirmações, referentes a características de minerais.</p>		<p>de Bowen geralmente tura de cristalização em cálcio e</p>  120 sec
<input checked="" type="checkbox"/>	I e II são verdadeiras; III é falsa.	✓
<input type="checkbox"/>	II e III são verdadeiras; I é falsa.	✗
<input type="checkbox"/>	III é verdadeira; I e II são falsas.	✗
<input type="checkbox"/>	I é verdadeira; II e III são falsas.	✗

- I. Os minerais da série descontínua de Bowen geralmente têm estruturas cristalinas diferentes.
- II. O quartzo apresenta uma temperatura de cristalização inferior à da biotite.
- III. As plagioclases são silicatos ricos em cálcio e em potássio.


Q11: Nas zonas de subdução o magma tende a ser x, originando rochas y







120 sec

	x- rico em sílica ... y- riolíticas	✗
	x- rico em sílica ... y- andesíticas	✗
	x- de composição intermédia ... y- riolíticas	✗
	x- de composição intermédia ... y- andesíticas	✓


Q12: Os granitos formam-se maioritariamente em zonas de x de placas, a partir de magmas ricos em y







120 sec

	convergência ... sílica e cálcio	✗
	divergência ... sílica e cálcio	✗
	convergência ... sílica e potássio	✓
	divergência ... sílica e potássio	✗

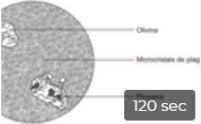
Q13: Na crosta continental as rochas magmáticas são predominantemente x, com elevada percentagem y







120 sec

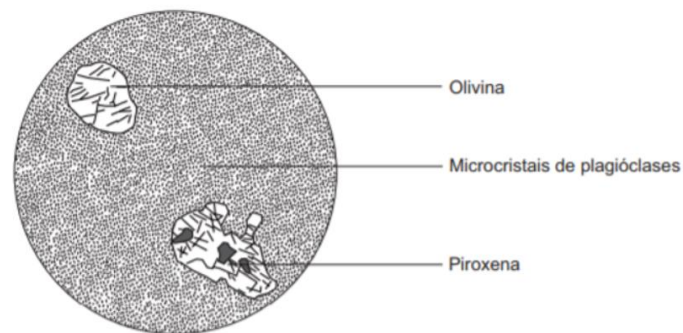
	leucocráticas ... de ferro e de magnésio	✗
	leucocráticas ... de sílica e de alumínio	✓
	melanocráticas ... de sílica e de alumínio	✗
	melanocráticas ... de ferro e de magnésio	✗

Q14: A rocha representada resultou da consolidação de um magma x, com origem na fusão de materiais z



120 sec

	x- riolítico ... z- mantélicos	✗
	x- riolítico ... z- crustais	✗
	x- basáltico ... z- mantélicos	✓
	x- basáltico ... z- crustais	✗



Q15: As rochas dos fundos oceânicos são



120 sec

<input checked="" type="checkbox"/>	rochas melanocráticas formadas nas zonas de rifte	✓
<input type="checkbox"/>	rochas sedimentares magnetizadas nas zonas de rifte	✗
<input type="checkbox"/>	rochas magmáticas magnetizadas no local em que se encontram	✗
<input type="checkbox"/>	rochas leucocráticas formadas no local em que se encontram	✗

Desempenho geral

Total de respostas corretas (%)	72,58%
Total de respostas erradas (%)	27,42%

Pontuações finais

Posições	Equipas	Pontuações	Respostas certas	Respostas erradas
1	Balastro (G. III)	12523	12	3
2	Geolovers (G. I)	12368	12	3
3	Saída de campo (G. II)	9570	11	5
4	Pedras (G. IV)	9507	10	6

V. FICHA DE EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO DA MATÉRIA

Exame Nacional de Biologia e Geologia 2009 – 2ª Fase, Versão 1

GRUPO I

A serra de Sintra, classificada pela UNESCO como Património da Humanidade, na categoria de Paisagem Cultural, é também um local de grande relevância do ponto de vista geológico. Deve a sua origem a um fenómeno de intrusão magmática.

A actividade magmática da região está relacionada com a abertura do oceano Atlântico, de sul para norte, e com a abertura do golfo da Biscaia. Uma vez que as Placas Euro-Asiática e Norte-Americana se encontravam unidas e que o Atlântico não se encontrava totalmente aberto, um braço de mar insinuava-se, de sul para norte, constituindo a Bacia Lusitânica, onde as formações sedimentares se foram depositando.

A história geológica desta região começa com a deposição de sedimentos em meio marinho profundo. Devido ao preenchimento da bacia por sedimentos e a variações do nível do mar, o ambiente de deposição evoluiu sucessivamente, no decurso do Mesozóico, para marinho menos profundo, recifal, laguno-marinho, fluvial e lacustre. As rochas magmáticas geradas a grandes profundidades, há cerca de 80 milhões de anos, metamorfizaram as formações sedimentares do Mesozóico. Posteriormente, estas foram erodidas, ficando a descoberto o núcleo ígneo, que se encontra actualmente acima das plataformas sedimentares que o rodeiam. Este núcleo apresenta uma estrutura em domo, de forma aproximadamente elíptica, alongada na direcção E-W, com 10 km de comprimento e 5 km de largura. Algumas das rochas que o constituem são granitos, dioritos e gabros, que resultaram de um mesmo magma parental.

A Figura 1 representa, sem relações de escala, um corte geológico da região.

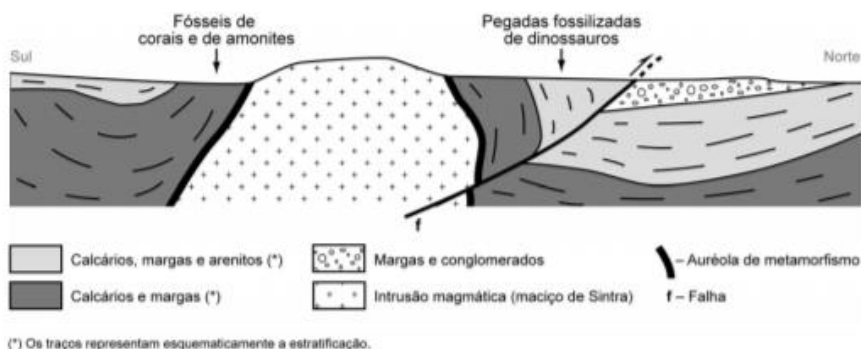


Figura 1 – Corte geológico da serra de Sintra

1. Seleccione a única alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correcta.

O fenómeno de intrusão magmática que deu origem à serra de Sintra foi responsável pelo aparecimento de rochas _____ com textura _____.

- (A) metamórficas ... não foliada
- (B) sedimentares ... não foliada
- (C) metamórficas ... foliada
- (D) sedimentares ... foliada

2. Selecciona a única alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correcta.

De entre as rochas sedimentares, a deposição mais _____ da unidade de conglomerados permite inferir que houve _____ da energia do agente transportador.

- (A) antiga ... aumento
- (B) recente ... aumento
- (C) antiga ... diminuição
- (D) recente ... diminuição

3. Selecciona a única alternativa que permite obter uma afirmação correcta.

A existência, na serra de Sintra, de gabros, dioritos e granitos, formados a partir de um mesmo magma parental, permite inferir que...

- (A) na formação destas rochas ocorreu um processo de diferenciação magmática.
- (B) o magma parental manteve a composição química durante a solidificação.
- (C) os minerais constituintes das rochas formadas possuem o mesmo ponto de fusão.
- (D) as rochas formadas nestas condições têm a mesma constituição mineralógica.

4. Selecciona a única alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter afirmações correctas.

A actividade magmática da região trouxe instabilidade geológica, com deformação das rochas encaixantes. Esta afirmação baseia-se no princípio do _____, que corresponde a um pensamento _____.

- (A) mobilismo ... fixista
- (B) catastrofismo ... fixista
- (C) mobilismo ... evolucionista
- (D) catastrofismo ... evolucionista

5. Ordene as letras de **A** a **F**, que se referem a acontecimentos ocorridos na região da actual serra de Sintra, de modo a reconstituir a sequência cronológica desses acontecimentos. Inicie a ordenação pela afirmação **A**.

- A.** Formação da Bacia Lusitânica.
- B.** Formação da auréola de metamorfismo.
- C.** Fossilização das pegadas dos dinossauros.
- D.** Ocorrência de uma falha.
- E.** Deposição de sedimentos em meio marinho.
- F.** Instalação da intrusão magmática.

6. Selecciona a única alternativa que permite obter uma afirmação correcta.

Foi possível reconstituir o paleoambiente do Mesozóico na serra de Sintra, devido à...

- (A) ocorrência de rochas magmáticas.
- (B) existência de fósseis de idade na região.
- (C) ocorrência de fenómenos de metamorfismo.
- (D) existência de fósseis de fácies na região.

7. No final do Mesozóico, extinguiram-se os dinossauros e formou-se a serra de Sintra. O registo fóssil que comprova a presença desses animais na região encontra-se em estratos com posição vertical.

Explique a posição actual dos estratos em que se observa o registo fóssil de dinossauros, tendo em conta a posição original dos estratos onde esse registo terá ocorrido.

Itens	1	2	3	4	5	6	7
Cotação	5	5	5	5	5	5	20
Total	40						

1. Resposta (A)

A intrusão magmática, de temperatura mais elevada do que a rocha encaixante, provoca a recrystalização de minerais da rocha com a qual contacta (metamorfismo de contacto), originando rochas com textura não foliada (os cristais não se desenvolvem ao longo de direções definidas e paralelas; a rocha encaixante não possui minerais com hábito tabular/ lamelar).

2. Resposta (B)

A unidade de conglomerados está sobreposta às unidades de calcário, margas e arenitos, logo é mais recente. Os conglomerados são constituídos por sedimentos de maiores dimensões do que as outras unidades. Para que ocorra transporte de sedimentos de maiores dimensões terá de haver um aumento da energia de transporte.

3. Resposta (A)

Os gabros são rochas que apresentam maior percentagem de minerais ferromagnesianos e menor percentagem de aluminossilicatos do que os dioritos e os granitos; os granitos apresentam maiores percentagens de aluminossilicatos e menores percentagens de minerais ferromagnesianos do que os dioritos. As rochas formaram-se por diferenciação magmática; o magma parental foi ficando mais rico em sílica e mais pobre em ferro e magnésio; os minerais ferromagnesianos apresentam maior ponto de fusão do que os aluminossilicatos.

4. Resposta (C)

Tanto o catastrofismo como o mobilismo são teorias evolucionistas, uma vez que defendem a mutabilidade geológica – a Terra é um planeta dinâmico, em constante mudança. Já o fixismo defende, entre outros aspetos, que a litosfera se teria mantido estável e fixa nas suas posições atuais, ao longo de toda história geológica, sendo que todas as deformações geológicas hoje observadas não resultaram de um processo de mudança. O catastrofismo defende que, no passado, a Terra sofreu a ação de fenómenos catastróficos, principalmente inundações, que resultaram nas configurações geológicas e biológicas atuais. Contudo, sabe-se que a deformação das rochas encaixantes resultou de um processo lento e gradual (uniformitarismo). O mobilismo geológico, proposto por Wegener na sua Teoria da Deriva Continental, é uma teoria uniformitarista que defende que os continentes foram mudando de

posição ao longo da história da Terra, num processo lento e gradual. Foi o movimento das placas tectónicas que permitiram a atividade magmática que, por sua vez, levou à deformação das rochas encaixantes.

5. [A], E, C, F, B, D

6. Resposta (D)

Os fósseis de fácies caracterizam o ambiente em que se formaram.

7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:

- os estratos onde se encontram as pegadas fossilizadas formaram-se na posição horizontal;
- a instalação da intrusão magmática é posterior à formação dos estratos que contêm as pegadas fossilizadas;
- as forças exercidas pela intrusão magmática levaram à deformação dos estratos, conduzindo à sua posição vertical.

VI. LISTA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PARA OS ALUNOS CONSULTAREM

(disponível no moodle da turma, para os alunos consultarem)

Kullberg, M. C. & Kullberg, J. C. (2000). Tectónica da região de Sintra. In *Tectónica das regiões de Sintra e Arrábida*, Mem. Geociências, Museu Nac. Hist. Nat. Univ. Lisboa, nº 2, 1-34.

Terrinha, P., Aranguren, A., Kullberg, M. C., Pueyo, E., Kullberg, J. C., Casas Sainz, A. M. & Rillo, C. (2003). *Complexo ígneo de Sintra – um modelo de instalação constrangido por novos dados de gravimetria e ASM*. Departamento de Ciências da Terra, Universidade Nova de Lisboa.

Terrinha, P., Pueyo, E., Aranguren, A., Kullberg, J. C., Kullberg, M. C., Casas Sainz, A. & Azeredo, M. R. (2017). *Gravimetric and magnetic fabric study of the Sintra Igneous complex: laccolith-plug emplacement in the Western Iberian passive margin*. *International Journal of Earth Sciences* (2018) 107:1807–1833.

VII. GUIÃO DE CAMPO

1. Guião

SAÍDA DE CAMPO AO PARQUE NATURAL DE SINTRA-CASCAIS

GUIÃO DE CAMPO



— 11º ANO GEOLOGIA —

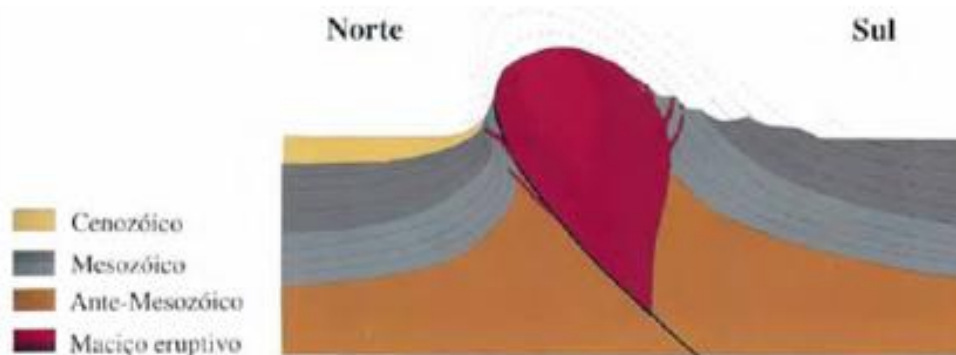
2018/2019

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO

A história geológica dos terrenos observáveis na região de Sintra-Cascais começa há cerca de 160 milhões de anos, com a deposição de sedimentos em ambiente marinho, relativamente profundo. Devido ao preenchimento da bacia com sedimentos e a variações do nível do mar, o ambiente de deposição evoluiu sucessivamente no decurso do Mesozóico, para ambiente marinho menos profundo, recifal, laguno-marinho, fluvial e lacustre.

O ambiente fluvial revelou-se muito importante, pois são frequentes as intercalações de arenitos, conglomerados e argilas com matéria vegetal fossilizada, que traduzem o depósito de materiais provenientes da erosão das áreas envolventes.

No entanto, a entidade geológica dominante na região é o Complexo Ígneo de Sintra, que se instalou, em grande parte, em profundidade, encaixando-se entre as formações já existentes, que viram a sua posição e mesmo a sua estrutura alterada pelo aparecimento das rochas intrusivas. Este Maciço Ígneo possui a forma de uma elipse com o eixo maior este-oeste (E-W), com uma constituição essencialmente granítica.



Assim, na área do Parque Natural Sintra Cascais (PNSC) afloram rochas dos três tipos principais:

- **Rochas sedimentares:** as mais antigas, calcários e margas, depositaram-se no Mesozóico, no Jurássico Superior, e as mais recentes, areias e aluviões, na atualidade;
- **Rochas magmáticas:** intrusivas (Maciço Central de Sintra) e extrusivas (Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra) que se instalaram em períodos que vão, aproximadamente, desde os 85 aos 72 milhões de anos;
- **Rochas metamórficas:** resultantes do contacto com as rochas sedimentares situadas na proximidade das rochas magmáticas, intrusivas e extrusivas.

Locais a visitar

- I. Praia da Cresmina
- II. Praia Grande do Guincho
- III. Praia do Abano
- IV. Filões nos calcários do Jurássico Superior (promontório do X)

No mapa (Anexo II) poderá observar marcados os locais onde se irão realizar as paragens.

1ª PARAGEM – PRAIA DA CRESMINA

A Praia do Guincho, além de ser um local concorrido para a prática de surf, apresenta um elevado interesse geológico. As dunas costeiras são acumulações de areia geradas pela ação conjugada do mar e do vento. São estruturas geológicas frágeis, mas muito importantes, pois protegem os terrenos interiores da invasão do mar. Estas dunas fazem parte do sistema dunar Guincho-Oitavos, em que as areias entram pelas praias do Guincho e Cresmina e, por ação dos ventos predominantes (noroeste), voltam ao mar na zona entre Oitavos e Guia.

Classifique a dobra que encontramos na praia do Guincho relativamente à sua geometria e à idade das rochas que a constituem.

Posicione-se para a praia como se estivesse dentro de água. Elabore um esquema que represente a estrutura geológica da praia do Guincho (não se esqueça de legendar, de acordo com o anexo II).

Por que razão as camadas que encontramos não se encontram na horizontal?

2ª PARAGEM – CHAMINÉ VULCÂNICA

Teve a oportunidade de examinar o que resta da estrutura de uma chaminé vulcânica. Classifique litologicamente esta estrutura e enuncie uma hipótese explicativa para o grau de alteração observável nesta rocha.

A existência desta chaminé vulcânica estará diretamente relacionada com o fenómeno do Complexo Ígneo de Sintra? Justifique a sua resposta.

Encontra-se agora em cima de uma camada de calcário rico em fósseis de fâcies.

Após a observação destas séries sedimentares, indique qual o tipo de ambiente existente nesta região, aquando da formação destes estratos.

Qual a importância do estudo de organismos como os corais para a compreensão da história geológica da região?

3ª PARAGEM – FORTE DO GUINCHO

Neste local encontramos o Forte do Guincho, ou Forte das Velas.



Classificado como Imóvel de Interesse Público em 1977, o Forte do Guincho foi entregue à Câmara Municipal de Cascais, em 2003. Situado na Praia do Abano, constitui um exemplo da arquitetura militar do século XVII. Erguido no reinado de D. João IV, como fortaleza de defesa da corte servia, sobretudo, para vigia do mar, cruzando fogos com a Bateria da Galé. Apresenta uma planta retangular, com a bateria voltada para o mar e a casa forte virada para terra. É o futuro Centro Interpretativo de apoio às atividades turístico-ambientais do Parque Natural de Sintra-Cascais.

4ª PARAGEM – PRAIA DO ABANO

Continuemos a nossa descoberta da compreensão da realidade que temos à nossa frente. Observe com muita atenção as rochas que tem aos seus pés. Esteja atento à explicação e:

Descreva o local de onde provêm, provavelmente, alguns dos calhaus rolados que aqui se apresentam e anote as litologias mais significativas que encontra neste local.

Caracterize o ambiente desta região.

Também se podem observar neste local estruturas sedimentares chamadas calcoturbiditos. Descubra estas rochas e explique o seu processo de formação.

Encontra-se neste momento numa plataforma constituída, na sua totalidade, por calcários. Observe com atenção várias camadas distintas. O que é que lhe permite distinguir as diferentes camadas?

O que é que isso nos indica acerca dos acontecimentos geológicos do passado, que levaram à alteração do ambiente de formação destas rochas?

5ª PARAGEM – PROMONTÓRIO DO X

A última paragem da nossa visita, datada do Jurássico, representa a zona de contacto das rochas encaixantes com a intrusão magmática que constitui a Serra de Sintra.

Encontramo-nos agora numa das mais espetaculares regiões da Serra de Sintra. É o designado promontório do X, pela forma como se apresentam distribuídos os filões nesta região.

Os filões que se conseguem observar são de constituição microgranítica e resultaram da intensa atividade magmática relacionada com a intrusão do Complexo Ígneo de Sintra. A região apresentava uma malha reticular de fraturas que, com a pressão causada pela abertura do Oceano Atlântico, fez com que houvesse a saída de material magmático que constituía o maciço central e levou ao preenchimento de toda a malha com o magma de composição granítica.

Posicione-se virado para o promontório. Elabore um esquema que represente a estrutura geológica desta zona (não se esqueça de legendar, de acordo com o anexo II).

Tendo em conta os princípios de datação relativa, conte a história geológica deste local.

Tendo em conta a idade das rochas de toda a sequência que percorremos, estivemos a "descer" ou a "subir" no tempo geológico? Justifique com base na tabela cronoestratigráfica (Anexo I).

As rochas que encontramos na zona da auréola de metamorfismo são os chamados Xistos do Ramalhão. Qual o tipo de metamorfismo característico desta região? Justifique.

Explique, em poucas palavras, o porquê de existir esta zona e quais as rochas envolvidas neste processo de metamorfismo.

Anexo I – TABELA CRONOSTRATIGRÁFICA

ESCALA DO TEMPO GEOLÓGICO				
EON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	ACONTECIMENTOS MAIS IMPORTANTES
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Holocénico Iniciou-se há 10 000 anos	Os glaciares derretem-se, o nível do mar sobe. Constroem-se aldeias e cidades.
			Plistocénico Iniciou-se há 1,8 M.a.	Época glaciária. Os mastodontes desaparecem. Surge o Homem.
		TERCIÁRIO	Pliocénico Iniciou-se há 5 M.a.	Os animais terrestres dominantes são carnívoros e de grandes dimensões.
			Miocénico Iniciou-se há 26 M.a.	Aparecem homínidos semelhantes a símios. Forma-se a Serra da Arrábida.
			Oligocénico Iniciou-se há 34 M.a.	Aparecem os mastodontes. Erguem-se os Alpes e os Himalaias.
			Eocénico Iniciou-se há 56 M.a.	As gramíneas desenvolvem-se. Aparecem os primeiros cavalos.
			Paleocénico Iniciou-se há 65 M.a.	Os mamíferos diversificam-se surgem os primeiros primatas.
	MESOZÓICO	CRETÁCICO	Iniciou-se há 145 M.a.	Extinguem-se os dinossauros. Forma-se a Serra de Sintra.
		JURÁSSICO	Iniciou-se há 206 M.a.	Abundam os dinossauros. Aparecem as aves. Abundam as coníferas e cicadales.
		TRIÁSICO	Iniciou-se há 245 M.a.	Os répteis expandem-se. Aparecem os primeiros mamíferos.
	PALEOZÓICO	PÉRMICO	Iniciou-se há 290 M.a.	Aparecem os insectos. Aumentam os anfíbios. Extinguem-se as trilobites.
		CARBÓNICO	Iniciou-se há 363 M.a.	As florestas desenvolvem-se. Aparecem os répteis.
		DEVÓNICO	Iniciou-se há 409 M.a.	Disseminam-se os peixes grandes. A vegetação terrestre desenvolve-se.
		SILÚRICO	Iniciou-se há 439 M.a.	As plantas começam a invadir a terra. Abundam os cefalópodes com concha.
		ORDOVÍCIO	Iniciou-se há 510 M.a.	Aparecem os peixes. Diversificam-se os invertebrados marinhos.
		CÁMBRICO	Iniciou-se há 544 M.a.	Os mares cobrem a maior parte da Terra. As trilobites são vulgares.
PRECÁMBRICO	PROTEROZÓICO		Iniciou-se há 2500 M.a.	A vida desenvolve-se. Surgem os primeiros organismos multicelulares.
	ARCAICO		Iniciou-se há 3800 M.a.	Aparecem os primeiros microorganismos (unicelulares).
	HADEANO		Iniciou-se há 4600 M.a.	Formação da Terra. Final do bombardeamento meteórico e constituição das planícies lunares.

Anexo II – LEGENDA

	Calcário
	Calcário dolomítico
	Calcário margoso
	Calcário nodular
	Margas calcárias
	Margas
	Arenitos, conglomerados
	Granito de Sintra
	Basalto
	Rochas vulcano - sedimentares
	Rudistas
	Coraliários
	Grandes oncólitos
	Continuidade deposicional aparente
	Superfície erosiva com hiato deposicional
	Variação lateral de fácies

2. Critérios de Avaliação do Guião

2.1. Critérios Gerais

Nos itens de resposta curta, são atribuídas cotações às respostas total ou parcialmente corretas, de acordo com os critérios específicos. Os itens de resposta restrita são classificados tendo em conta dois parâmetros – conteúdo; discurso e rigor científico –, de acordo com os critérios apresentados na seguinte tabela:

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta os dois tópicos.	8
	1	Apresenta apenas um tópico.	4
Discurso e rigor científico	2	Apresenta um discurso estruturado e com rigor científico.	2
	1	Apresenta falhas em apenas um dos aspetos: estruturação do discurso; rigor científico.	1

Nota: O parâmetro Discurso e rigor científico só é avaliado nos tópicos do parâmetro Conteúdo que tenham sido validados na resposta, pelo que a atribuição da classificação de zero pontos no parâmetro Conteúdo implica a atribuição de zero pontos no parâmetro Discurso e rigor científico.

No que diz respeito aos itens de elaboração de esquemas de estruturas geológicas, devem seguir-se os critérios específicos de cada questão.

O item que diz respeito à construção da história geológica do local (5ª paragem, questão 2) deve ser avaliado como uma sequência. Deste modo, os critérios serão os seguintes: 8 valores para o primeiro tópico (só serão cotadas respostas iguais às dos critérios específicos) e 2 valores para o segundo tópico.

A avaliação deste guião está cotada para um total de 180 pontos, de acordo com a seguinte tabela:

Paragem	1ª			2ª				3ª					4ª					Total
Questão	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	180
Cotação	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20	10	10	10	10	

2.2. Critérios Específicos

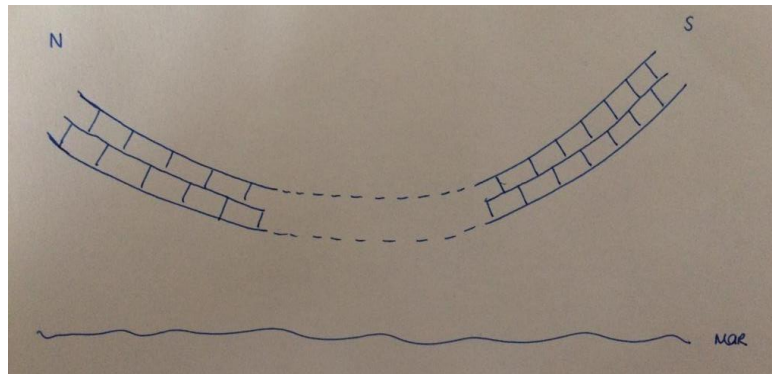
1ª Paragem

1. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Sinforma relativamente à geometria
- Sinclinal relativamente à idade das rochas que a constituem

2. 10 pontos



CrITÉRIOS de avaliaÇão:

4 pontos: representação da estrutura

4 pontos: legenda

2 pontos: orientação do desenho

3. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Formação de um hotspot
- Fusão das rochas da crosta, formando um magma ascendente, que deformou e elevou as rochas encaixantes

2  Paragem

1. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Chaminé basáltica
- O grau de alteração deve-se ao facto de estar em contacto com agentes da geodinâmica externa ( gua, vento...), que levam à sua meteorização física e química

2. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Não está
-   basáltica e, portanto, extrusiva (ao contrário das rochas do CIS)

3. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Ambiente (tropical) marinho
-  guas quentes, pouco profundas e de baixo hidrodinamismo

4. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Os corais são fósseis de ambiente/ só se encontram em condições ambientais muito características
- Partindo do Princípio do Atualismo Geológico, pode inferir-se em que condições se formaram estas rochas e reconstruir paleoambientes

4  Paragem

1. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Algumas das litologias mais significativas são calcários, granitos, xistos do ramalhão, basaltos alterados
- Este local resulta de uma plataforma de abrasão marinha e os calhaus, pela litologia, são deste local

2. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Ambiente de transição – a existência de muitos calaus rolados indica uma zona de ambiente mais continental/ foz
- Significa que houve uma regressão marinha (ambiente marinho – ambiente de transição)

3. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Os calcoturbiditos tratam-se de uma fração argilosa carbonatada
- Formam-se por processos de avalanche subaquática desses sedimentos, associados a um ambiente de talude continental, que acabam por se depositar pela ordem de densidades

4. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Referir a diferença na cor
- Referir a presença/ ausência de fósseis

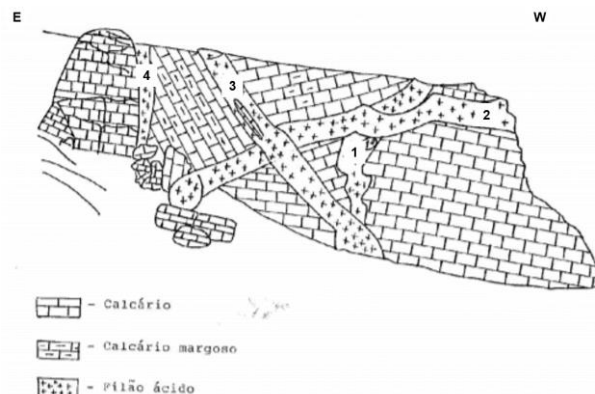
5. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Alteração da linha de costa ao longo do tempo, mostrando diferentes ambientes sedimentares (primeiro marinho, depois continental, novamente marinho, novamente continental)
- Regressão – Transgressão – Regressão

5ª Paragem

1. 20 pontos



Critérios de avaliação:

8 pontos: representação da estrutura

8 pontos: legenda

4 pontos: orientação do desenho

2. 10 pontos

- 1º: formação do calcário
- 2º: formação do calcário margoso
- 3º: Intrusão dos filões 1 e 2
- 4º: Ocorrência de uma falha geológica
- 5º: Intrusão do filão 3
- Não se sabe quando terá intruído o filão 4 (se antes ou depois dos outros filões)

3. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Descer no tempo geológico
- Começamos no Cretácico, terminamos no Jurássico

4. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- Metamorfismo de contacto
- O calor provocado pelo magma ascendente que originou a Serra de Sintra alterou as rochas encaixantes sem as fundir, originando o Xisto do Ramalhão

5. 10 pontos

Tópicos de resposta:

- A existência de um *hotspot* neste local levou à ascensão do magma, formando-se uma intrusão nas rochas carbonatadas que servem de encaixante magmático. O aumento da temperatura levou à metamorfização destas rochas
- Rochas envolvidas no processo de metamorfismo: calcário e granito (o Xisto do Ramalhão trata-se de uma corneana calcossilicatada)

VIII. GRELHAS DE AVALIAÇÃO

1. Avaliação do Trabalho de Grupo durante as aulas autónomas

Domínio	Nível	Descrição	Nota			
			G1	G2	G3	G4
Participação na realização do trabalho	5	O grupo discutiu a melhor forma de realizar o trabalho, contribuindo todos os membros para a organização do mesmo e para a gestão do tempo. Todos os membros participaram ativamente nas atividades, cooperando entre si, contribuindo com ideias criativas e propondo soluções para a resolução de problemas.	X		X	
	4	Todos os membros do grupo participaram nas atividades, cooperando entre si, contribuindo com ideias válidas e propondo soluções para os problemas.				
	3	Alguns membros participaram pouco nas atividades, cooperando pouco com o grupo, não tendo o seu contributo sido muito significativo.				X
	2	O grupo não trabalhou muito bem entre si, tendo alguns membros participado pouco nas atividades e não tendo havido grande discussão sobre a planificação do trabalho e distribuição de tarefas.		X		
	1	Verificou-se que não houve trabalho de grupo, sendo que alguns membros não só não contribuíram para a realização das atividades, como perturbaram o trabalho dos outros elementos.				
Participação na discussão do trabalho	5	Todos os membros contribuíram de forma relevante para a discussão. A argumentação de todos os membros foi muito bem desenvolvida e fundamentada, revelando total compreensão dos conceitos.				
	4	Quase todos os membros deram contribuições relevantes para a discussão. A argumentação foi bem desenvolvida e fundamentada, revelando compreensão dos conceitos.			X	
	3	Quase todos os membros contribuíram de forma positiva para a discussão. A argumentação foi desenvolvida de forma razoável. Alguns membros revelaram algumas dificuldades na compreensão dos conceitos.	X			
	2	Alguns membros não contribuíram de forma positiva para a discussão. A argumentação não foi desenvolvida de forma razoável, revelando insuficiente compreensão dos conceitos.		X		X
	1	Os membros não contribuíram de forma positiva para a discussão, verificando-se que não houve compreensão dos conceitos por parte de todos os membros do grupo.				
Relação entre os membros	5	Os membros ouviram a opinião uns dos outros. Argumentaram de forma cordial os seus pontos de vista quando não coincidentes com o restante grupo. Aceitaram-se as decisões tomadas pela maioria. Todos os membros se mostraram colaborativos, ajudando sempre os colegas que apresentavam dificuldades.				
	4	Os membros ouviram a opinião uns dos outros. Argumentaram sem exaltação os seus pontos de vista quando não coincidentes com o restante grupo. Aceitaram-se as decisões tomadas pela maioria. A maioria dos membros mostrou-se colaborativa, verificando-se algumas vezes que ajudavam os colegas que apresentavam dificuldades.	X		X	X
	3	Nem sempre se ouviu a opinião dos outros. Nem sempre se argumentou da forma mais correta os seus pontos de vista, quando não coincidentes com o restante grupo. Houve alguma dificuldade em aceitar-se a opinião da maioria. Os membros mostraram-se colaborativos.				
	2	Verificou-se que os membros do grupo raramente prestavam atenção à opinião uns dos outros. Não houve colaboração por parte dos membros do grupo.		X		
	1	Verificou-se que os membros do grupo se mostravam apáticos ou impunham os seus pontos de vista e desdenhavam a opinião dos colegas.				
TOTAL (em 20 valores)			16	8	17,3	12

2. Avaliação do Trabalho de Campo

Domínio	Nível	Descrição	Nota			
			G1	G2	G3	G4
Cumprimento de regras	5	Cumpriu plenamente as regras estabelecidas sem que fosse necessário relembrá-las. Geriu eficazmente o tempo de execução das tarefas.	X			
	4	Cumpriu plenamente as regras estabelecidas, sem que fosse necessário relembrá-las. Geriu o tempo de execução das tarefas com alguma dificuldade.		X	X	X
	3	Cumpriu quase todas as regras estabelecidas, sendo necessário por vezes relembrá-las. Geriu o tempo de execução das tarefas com alguma dificuldade.				
	2	Cumpriu parcialmente as regras estabelecidas. Não foi capaz de gerir o tempo de execução das tarefas, deixando algumas por cumprir.				
	1	Não cumpriu as regras estabelecidas. Não aproveitou o tempo de execução das tarefas, deixando bastantes por cumprir.				
Participação no trabalho	5	Esteve atento às explicações, percebeu totalmente os objetivos do trabalho e recolheu de forma eficiente todos os dados necessários. Colocou questões pertinentes e mostrou-se empenhado no trabalho. Colaborou de forma empenhada e genuína com os colegas. Revelou bastante autonomia e iniciativa.				
	4	Esteve quase sempre atento às explicações, percebeu globalmente os objetivos do trabalho e recolheu todos os dados necessários. Colocou questões e mostrou-se empenhado no trabalho. Colaborou de forma empenhada com os colegas. Revelou autonomia.	X		X	
	3	Nem sempre esteve atento às explicações, mas percebeu a globalidade dos objetivos do trabalho e recolheu boa parte dos dados necessários. Realizou o trabalho, embora com empenho moderado. Colaborou com os colegas. Revelou pouca autonomia.		X		X
	2	Nem sempre esteve atento às explicações, não percebendo completamente os objetivos do trabalho e recolheu apenas uma pequena parte dos dados necessários. Realizou o trabalho de forma parcial. Necessitou da ajuda dos colegas, não revelando autonomia.				
	1	Não realizou as tarefas solicitadas e perturbou o trabalho dos colegas.				
TOTAL (em 20 valores)			18	14	16	14

3. Avaliação dos Guiões de Campo

Paragem	1ª			2ª				4ª					5ª					Nota final
Aluno/Questão	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	9	8	10	10	0	10	10	6	6	6	6	9	16	8	10	10	6	15,6
2	8	4	9	9	0	9	5	6	6	0	9	6	12	8	9	9	6	12,8
3	8	6	9	5	5	9	5	5	6	5	8	6	8	0	5	8	8	11,8
4	9	10	6	9	0	9	6	5	5	9	10	6	20	10	9	10	6	15,4
5	9	10	10	9	9	10	10	6	10	10	6	6	12	8	10	10	10	17,2
6	9	4	5	9	0	9	6	0	5	8	5	5	8	0	9	5	6	10,3

7	9	6	9	9	0	9	6	5	6	9	9	6	16	8	9	9	6	14,6
8	9	10	9	9	9	9	5	9	6	9	5	5	8	8	9	9	9	15,2
9	10	8	10	9	10	10	6	5	9	9	10	6	16	10	10	10	6	17,1
10	9	4	5	9	0	9	6	0	5	9	9	5	8	0	9	5	6	12,9
11	9	8	6	5	0	9	5	6	9	0	9	6	16	8	5	5	5	12,3
12	10	8	9	9	0	5	5	9	5	9	5	5	20	10	5	9	5	14,2
13	9	8	10	9	0	10	6	5	6	9	10	6	16	8	10	10	6	15,3
14	10	8	6	9	10	9	6	10	6	10	6	6	16	9	10	9	6	16,2
15	10	10	10	10	0	10	10	6	10	10	10	9	16	8	10	10	10	17,9
16	9	8	6	9	9	9	6	6	6	10	6	6	12	8	9	9	6	14,9
17	8	10	5	9	0	5	9	9	9	9	5	9	20	10	9	9	9	16,0
18	8	8	5	5	5	9	5	5	5	9	5	5	16	8	9	8	5	13,3
19	8	10	9	9	0	9	5	10	6	9	5	5	20	10	9	9	10	15,9
20	9	4	5	5	5	5	5	9	9	0	5	5	8	0	9	9	5	10,8
21	9	8	9	9	9	9	6	9	9	9	9	5	16	8	9	9	10	16,9
22	9	8	9	5	5	5	5	6	9	9	5	5	16	8	9	9	5	14,1
23	9	8	10	9	0	9	6	5	6	9	10	6	16	8	9	9	6	15,0
24	10	8	6	9	10	10	6	6	6	10	6	6	12	10	10	10	6	15,7

Média das notas: 14,64 valores

4. Avaliação das Apresentações Orais

	1	2	3	4	Nota			
					G1	G2	G3	G4
Avaliação do Conhecimento Científico (60%)	Apresentação com várias incorreções ao nível dos conceitos e informações utilizadas, revelando uma pobre pesquisa sobre o tema.	Apresentação com poucas incorreções ao nível dos conceitos e informações utilizadas, revelando uma pesquisa medíocre sobre o tema.	Apresentação com poucas incorreções ao nível dos conceitos e das informações utilizadas, revelando uma boa pesquisa sobre o tema.	Apresentação sem incorreções, mostrando um excelente domínio de conceitos e informações, revelando uma excelente pesquisa sobre o tema.	3	3	3	2

Argumentação (10%)	Não houve preparação dos alunos na defesa dos seus argumentos e não possuíam conhecimentos necessários, revelando que não houve uma reflexão e/ou aprofundamento do tema.	Vários elementos do grupo tinham conhecimento deficiente do conteúdo ou foram incapazes de argumentar, revelando uma pobre reflexão e/ou aprofundamento do tema em grupo.	A maioria do grupo revelou um bom conhecimento do conteúdo e boa capacidade de argumentação, revelando que houve alguma reflexão e/ou aprofundamento do tema em grupo.	Todos os elementos do grupo relevaram conhecimento profundo do conteúdo e muito boas capacidades de argumentação, revelando que houve bastante reflexão e/ou aprofundamento do tema em grupo.	3	2	3	2
Correção do discurso (5%)	Dificuldade de discurso e incorreções gramaticais ou de pronúncia.	Lapsos gramaticais e dificuldades de pronúncia.	Discurso razoável e bem articulado sem incorreções gramaticais ou de pronúncia.	Discurso muito bem articulado e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia.	3	3	4	3
Organização (5%)	Não existiu qualquer articulação entre os vários elementos do grupo; apresentação desorganizada.	Fraca articulação entre os elementos do grupo. Evidente fraca preparação de alguns alunos.	Boa articulação entre a maioria dos elementos do grupo. Contudo, há um elemento com fraca preparação.	Muito boa articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação lógica e bem organizada.	3	2	4	2
Clareza e Objetividade (5%)	Exposição pouco clara e pouco objetiva sem evidenciação dos aspetos fundamentais.	Exposição clara mas pouco objetiva. Apresentados aspetos supérfluos.	Exposição clara e objetiva, apresentando poucos aspetos supérfluos.	Exposição clara e objetiva com evidenciação dos aspetos fundamentais.	4	3	3	1
Apresentação da Informação (5%)	A informação foi lida em vez de ser apresentada.	Grande parte da informação lida em vez de apresentada.	Informação apresentada, mas com alguma leitura de notas.	A informação foi apresentada e não lida.	3	3	4	2
Capacidade de suscitar interesse (5%)	Apresentação ineficaz na captação da audiência.	Apresentação nem sempre eficaz na captação da audiência.	Apresentação eficaz na captação da audiência.	Apresentação bem ensaiada, sem percalços e eficaz captação da audiência.	3	3	4	2
Gestão do tempo (5%)	A apresentação não esteve dentro do tempo previsto, afetando a logística das outras apresentações.	A apresentação não esteve dentro do tempo previsto em alguns minutos.	A apresentação não esteve dentro do tempo previsto em poucos minutos.	Ótima gestão do tempo, apresentando no tempo disponível.	4	4	4	3
TOTAL (em 20 valores)					15,5	14,5	16,3	13,3

Nota: Considerando a dificuldade em avaliar todos os aspetos de uma apresentação no tempo em que ela decorre, focalizou-se, durante a exposição, nos domínios do conteúdo e da postura, deixando para mais tarde uma apreciação dos auxiliares de apresentação.

5. Avaliação dos Pósteres Científicos

Item	Cotação do Item	Nota			
		G1	G2	G3	G4
Título	10				
Adequação	7	7	4	7	4
Destaque	3	3	0	3	3
Texto	10				
Legibilidade (tamanho da letra, espaçamento das linhas)	5	2	3	3	5
Correção ortográfica e gramatical	5	5	5	5	3
Ilustrações	15				
Adequação	5	5	5	3	5
Atratividade	5	5	5	5	5
Adequação da legenda	5	0	5	5	3
Conteúdo	35				
Adequação ao tema	15	15	15	10	5
Organização lógica da informação	10	10	10	7	7
Objetividade	10	10	10	10	5
Identificação e referências	10				
Identificação dos autores	2	2	2	2	0
Fontes de informação	5	5	0	5	5
Fontes das imagens	3	0	0	0	0
Apreciação Global	20				
Atratividade	5	3	3	3	3
Criatividade	10	10	10	5	5
Organização espacial do texto e das imagens	5	3	5	3	3
TOTAL	100	85	82	76	61
TOTAL (em 20 valores)		17	16,4	15,2	12,2

Grupo II

QUAL O MOTIVO DE HAVER UMA CHAMINÉ VULCÂNICA BASÁLTICA PRÓXIMA DO COMPLEXO ÍGNEO DE SINTRA?

Trabalho realizado por Madalena A.S., Matilde A., Teresa C.B., João R., Lourenço S.



RESUMO DO TRABALHO

O local de estudo é a região de Sintra. Esta zona compreende maioritariamente a Serra, que se formou aquando da instalação em profundidade do Complexo Ígneo de Sintra, que se encaixou entre as formações sedimentares já existentes, dando origem a um conjunto de rochas magmáticas intrusivas, que se distribuem por um núcleo de natureza sienítica envolvido por um largo anel granítico e um anel descontínuo de rochas gabro-dioríticas, e que depois afloraram por erosão das camadas suprajacentes. Contudo, aproximando-nos da Praia Grande do Guincho, observam-se vestígios da extremidade de uma chaminé vulcânica de origem basáltica (uma rocha magmática extrusiva).

A questão que fica é: será que a existência desta chaminé vulcânica está diretamente relacionada com o fenómeno do Complexo Ígneo de Sintra?

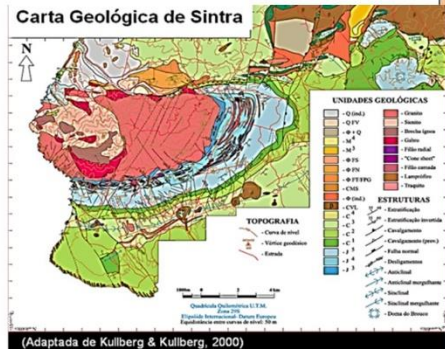


Figura 1 - Carta Geológica de Sintra



Figura 2 - Vestígios da chaminé vulcânica

FORMAÇÃO DA SERRA DE SINTRA

O CIS deve a sua origem a um fenómeno de intrusão magmática que ocorreu há cerca de 95 M.a., no Cretácico Superior (final do Mesozóico). Este fenómeno está relacionado com a abertura do Oceano Atlântico e consequente abertura do golfo da Biscaia, mas deve-se à existência de um foco de calor vindo da profundidade (que originou um *hotspot*), que derreteu as rochas da crosta, originando um magma de natureza acidificada. Acontece que havia aqui uma falha geológica, com orientação E-W, que atravessava a crosta, criando, assim, uma zona de fraqueza favorável à ascensão do magma, que acabou por solidificar em profundidade, deformando as camadas rochosas suprajacentes.

Devido à erosão das camadas superiores, o CIS aflorou, originando a Serra que hoje observamos.

FORMAÇÃO DA CHAMINÉ BASÁLTICA

A formação desta chaminé corresponde à instalação de rochas do Complexo Vulcânico de Lisboa, já que se trata de uma rocha magmática extrusiva, e não intrusiva, de natureza básica, e o CVL é uma sequência vulcânica extrusiva que corresponde à fase de atividade ígnea mesozoica de natureza alcalina (básica).

A instalação do CVL terá decorrido entre 70 e 72 M.a. (Cretácico superior), situando-se no tempo entre a intrusão do CIS e a colisão das placas Africana e Euroasiática.

Assim, as lavas do CVL, ou Cretácico vulcânico, estão provavelmente associadas à intrusão das rochas plutónicas da serra de Sintra, sendo estes dois fenómenos provavelmente correlativos.

Toda a dinâmica Meso-Cenozoica da Península Ibérica é controlada principalmente pela abertura do Oceano Atlântico, pela abertura do Golfo da Biscaia e pela aproximação das placas Africana e a Euroasiática, estando tanto a instalação do CVL como a intrusão do CIS associados a estes fenómenos.

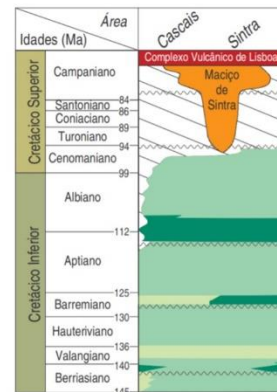


Figura 3 - Esquema com as unidades do Cretácico da região Cascais Sintra

CONCLUSÃO

Existe relação entre a existência da Serra de Sintra e a chaminé vulcânica basáltica da Praia do Guincho, apesar de se tratarem de fenómenos que não estão diretamente relacionados.

O CIS tem por trás da sua formação um *hotspot*, que originou um magma basáltico que ascendeu e, contactando com as rochas encaixantes, tornou-se progressivamente mais ácido. Este ascendeu do manto para a crosta, onde cristalizou em profundidade, levando à formação de rochas intrusivas, na sua maioria granito. Ao longo de milhões de anos, ocorreu a erosão das camadas superiores levando ao afloramento deste estrato granítico, formando-se a Serra de Sintra.

A origem da chaminé vulcânica basáltica está associada à formação do CVL, associado à separação da Pangeia, que conduziu à abertura do oceano Atlântico. Esta abertura originou falhas e fraturas nas rochas, o que permitiu a ascensão do magma básico proveniente do manto, sem modificar muito a sua composição química (quantidade de sílica), pelo contacto com as rochas oceânicas, originando rochas extrusivas essencialmente básicas.

QUAL A INFLUÊNCIA DO COMPLEXO ÍGNEO DE SINTRA NA REDE HIDROGRÁFICA DA REGIÃO?

Trabalho realizado por: Catarina C., Clara F., Leonor G., Manuel M., Pedro P.

Formação do Complexo ígneo de Sintra

O magma, proveniente de uma zona de *hotspot*, ascende, devido à existência de uma zona de fraqueza, formada por uma falha geológica. Ao subir, o magma, de caráter básico, contacta com rochas encaixantes (mais ácidas), funde-as e acidifica. Após a sua ascensão, o magma arrefece e solidifica, formando uma Serra maioritariamente granítica. A crosta, que sofreu uma deformação antiformal, sofre erosão diferencial, isto é, as camadas sedimentares, maioritariamente calcárias, são erodidas, expondo o granito que, por ter maior dureza, tem maior resistência à erosão, mantendo-se.

Hipótese

O CIS, por ser mais facilmente erodido (em comparação com as rochas encaixantes) e por possuir um declive acentuado, dita o curso da rede hidrográfica da Serra.

Conclusão

O CIS possui filões e zonas de fratura e alteração intensa, originando muitas nascentes com caudais relativamente fracos.

Sendo o CIS maioritariamente granítico, a água à medida que desce a Serra enriquece-se em sílica, ficando mais ácida e com maior capacidade de erosão (cloretadas-sódicas), erodindo com maior facilidade as rochas sedimentares adjacentes (na sua maioria calcários).

Como a região de Sintra tem um relevo acidentado, existem vários cursos de água com origem na Serra.

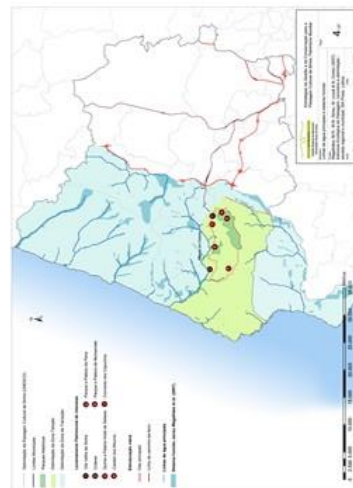


Fig. 2 - Rede hidrográfica da região de Sintra-Cascais

Hidrologia

O PNSC é drenado por 12 bacias hidrográficas. Destacam-se as das ribeiras de Colares e das Vinhas, pela sua dimensão e relevância ecológica.

Em Sintra, os cursos de água apresentam fraco caudal, encaixados em vales estreitos, desembocando nas praias ou em arribas da costa em leito suspenso.

No interior da Serra, a rede é representada por linhas de água cujos vales, muito imaturos, refletem a juventude do relevo terminando, os que se dirigem diretamente para o litoral, a oeste, por vales suspensos.

As ribeiras a norte da Serra têm uma orientação predominante E-W (a mesma que o eixo maior do CIS), abordando a costa obliquamente. As ribeiras que drenam para a costa ocidental, localizadas a SW da Serra apresentam direção contrária, NE-SW, enquanto as da costa meridional se dispõem de N para S.

Em Cascais, os cursos de água têm caráter intermitente, torrencial no inverno e sujeitos a estiagem estival. São maioritariamente de reduzida extensão, drenando em vales encaixados e desaguando abruptamente nas arribas ao longo do litoral. A jusante desta praia as linhas de água desaguam numa extensa área arenosa, que potencia a ocorrência de fenómenos de infiltração, levando à desorganização da rede de drenagem.

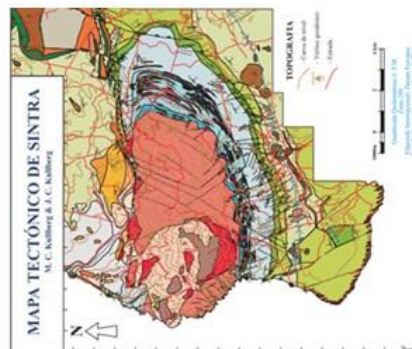


Fig. 1 - Mapa Tectónico Granito da região de Sintra-Cascais
O Granito está representado a rosa claro

DE QUE MODO É QUE A SERRA DE SINTRA INFLUENCIA O PERFIL DA LINHA DE COSTA?

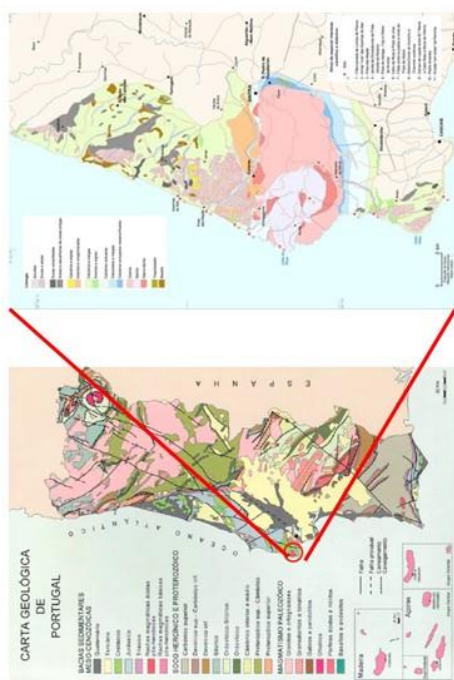


Fig. 1 - Carta geológica de Portugal

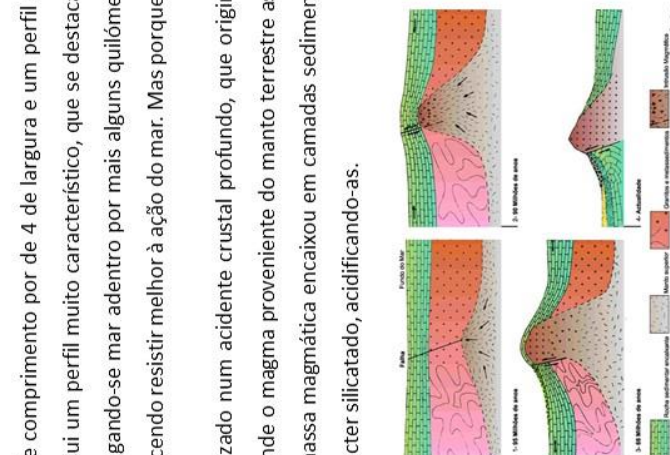


Fig. 2 - Carta geológica do Maciço Eruptivo de Sintra

O arrefecimento do magma originou maioritariamente rochas magmáticas mais ácidas, tais como o granito e o sienito. Estas rochas possuem minerais com dureza superior aos das rochas sedimentares adjacentes, originando-se um fenómeno de erosão diferencial – quanto maior a dureza dos minerais, maior a resistência à erosão.

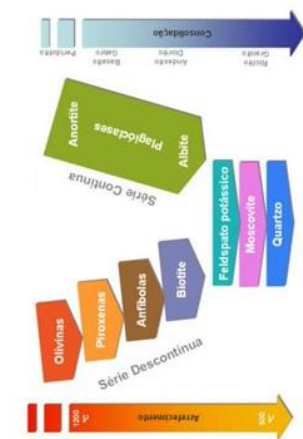


Fig. 4 - Série Reacional de Bowen

Com cerca de 10 km de comprimento por de 4 de largura e um perfil acidentado, o Maciço Eruptivo de Sintra possui um perfil muito característico, que se destaca do resto da linha de costa da região, prolongando-se mar adentro por mais alguns quilómetros relativamente às zonas adjacentes, parecendo resistir melhor à ação do mar. Mas porque é que isto acontece?

Este Maciço está localizado num acidente crustal profundo, que originou um fenómeno de intrusão magmática, onde o magma proveniente do manto terrestre ascendeu em direção à crosta. Neste caso, a massa magmática encaixou em camadas sedimentares adjacentes, que lhe conferiram um carácter silicatado, acidificando-as.

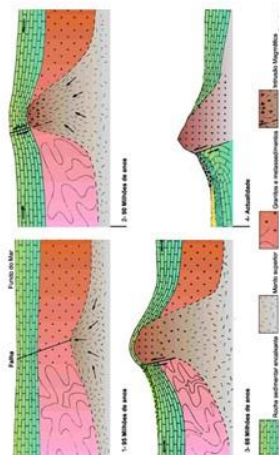


Fig. 3 - Formação da Serra de Sintra

Os minerais que originam o granito (essencialmente feldspato, quartzo e micas) formam-se a temperaturas mais baixas que os minerais que originam as outras rochas magmáticas. Por cristalizarem a temperaturas mais semelhantes às da superfície, vão ser mais resistentes à ação dos agentes da geodinâmica externa, tendo maior resistência à meteorização e erosão.

Logo, a zona composta por estas rochas não vai ser alvo de uma erosão tão intensa quanto o resto da costa, dando origem ao contorno característico verificado nesta zona, formando-se uma Serra onde se situa o ponto mais ocidental de Portugal Continental – o Cabo da Roca –, “Onde a terra se acaba e o mar começa” (in Os Lusíadas, Canto III).

X. QUESTIONÁRIO INICIAL

Este questionário é realizado no âmbito da Unidade Curricular Iniciação à Prática Profissional IV, pretendendo a recolha de dados das concepções acerca do Magmatismo da turma de estágio. Não tem qualquer finalidade avaliativa dos alunos nem do professor. Toda a informação presente neste questionário será conservada e o anonimato é garantido. O questionário é individual. Obrigada pela vossa ajuda!

1. É aluno repetente de 11º Ano? Sim Não
2. Gosta da disciplina de Biologia e Geologia? Sim Não
3. Prefere Biologia ou Geologia? Biologia Geologia

4. Qual pensa ser o seu grau de conhecimentos na área da Geologia (quando em comparação com os seus colegas)?

1: Sem qualquer conhecimento 2: Conhecimento abaixo da média 3: Conhecimento dentro da média 4: Conhecimento acima da média

5. Classifique o seu nível de interesse na área da Geologia.

1: não tenho qualquer interesse 2: tenho pouco interesse 3: tenho algum interesse 4: tenho muito interesse

6. Considera, no seu futuro académico, a possibilidade de estudar na área de Geologia? Sim Não

7. Explique resumidamente o que entende por trabalho ou atividades de campo.

8. Considera o trabalho de campo importante para o trabalho e investigação em Geologia? Sim Não

Porquê?

9. No seu colégio costumam fazer-se Atividades de Campo com que regularidade?

1: nunca 2: menos de uma vez por ano 3: uma vez por ano 4: mais que uma vez por ano

10. Considera que as Saídas de Campo são vantajosas na aprendizagem das matérias de Geologia, não têm qualquer influência na aprendizagem ou são prejudiciais? Justifique a sua resposta.

XI. QUESTIONÁRIO FINAL

Este questionário é realizado no âmbito da Unidade Curricular Iniciação à Prática Profissional IV, pretendendo a recolha de dados da turma de estágio para a elaboração da Tese de Mestrado. Não tem qualquer finalidade avaliativa dos alunos nem do professor. Toda a informação presente neste questionário será conservada e o anonimato é garantido. O questionário é individual. Muito obrigada pela ajuda!

1. Responda S (sim) ou N (não) às seguintes afirmações:

1.1- A atividade de Campo aumentou o meu interesse relativamente aos conteúdos programáticos de Geologia _____

1.2- A atividade de Campo contribuiu para uma maior compreensão dos conteúdos da temática “Magmatismo. Rochas magmáticas” _____

Justifique a sua resposta _____

1.3- A atividade de Campo aumentou a minha curiosidade em relação à forma como os processos naturais ocorrem _____

De que modo? _____

2. Quão importante foi a realização da atividade de campo (e todo o seu processo) no desenvolvimento de novas aprendizagens em Geologia? 1- Nada importante; 2- Pouco importante; 3- Importante; 4- Muito importante

3. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações, de acordo com a sua opinião e experiência pessoal.

1- A atividade de campo e todo o seu processo aproximou-me do trabalho dos geólogos.

2- A atividade de campo e todo o seu processo ajudou-me a compreender que a Geologia é uma área científica com influência na sociedade.

4. Depois de se ter colocado no papel de um verdadeiro geólogo, fazendo trabalho investigativo e trabalho de campo, qual a sua perceção acerca da utilidade do trabalho do geólogo na sociedade?

5. Quais foram as principais dificuldades que experienciou na realização da atividade de campo? Justifique a sua resposta.

6. Quais pensa serem as principais vantagens e desvantagens da realização do trabalho de campo para as suas aprendizagens em Geologia?

7. Que competências pensa ter desenvolvido ao longo de toda a atividade investigativa, no âmbito da temática apresentada, que de outro modo não desenvolveria?

XII. AUTORIZAÇÕES

Uma vez que a presente investigação incidiu numa turma de 11º ano, todos os alunos que participaram no estudo eram menores de idade. Assim, para respeitar a lista de recomendações da Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da UL (2016), foi preenchida, antes do início da intervenção, uma autorização pelos Encarregados de Educação em como os alunos podiam participar no estudo.

1. Termo de Consentimento Informado



Termo de Consentimento Informado e Autorização

Eu, _____, Encarregado de Educação de _____, autorizo o meu educando a participar de livre vontade no estudo da autoria de Maria Leonor Ascensão (Aluna do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa), sob orientação da Professora Doutora Isabel Chagas, no âmbito da Dissertação de Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia, com o objetivo de compreender qual o contributo das Saídas de Campo na aprendizagem da temática “Magmatismo. Rochas magmáticas” em alunos do 11º ano de escolaridade. Compreendo que a participação do aluno _____ é voluntária, podendo este desistir a qualquer momento, sem que essa decisão se reflita em qualquer prejuízo para o mesmo. Entendo, ainda, que toda a informação obtida neste estudo será estritamente confidencial e que a identidade do meu educando nunca será revelada em qualquer relatório ou publicação, ou a qualquer pessoa não relacionada diretamente com este estudo, a menos que eu o autorize por escrito.

Nome _____

Assinatura _____

Data _____

2. Autorização para a Saída de Campo

Lisboa, 12 de março de 2019

Caros Pais,

O programa da disciplina de Biologia e Geologia faz, neste ano de escolaridade, uma forte aposta na compreensão da realidade geológica, nomeadamente no conhecimento dos diferentes tipos de rochas e na interpretação de estruturas geológicas. Para permitir esta compreensão na sua globalidade, nada melhor que estudar os materiais *in situ*, pelo que as saídas de campo se tornam imprescindíveis.

Assim, para provocar o espanto e levar à compreensão da realidade, propomos uma saída de campo no próximo dia **22 de março**, com todos os alunos do 11º ano, à zona do Guincho, no Parque Natural de Sintra-Cascais. Partiremos da Escola pelas 9h00 e estaremos de volta pelas 17h00. Pedimos que os alunos levem piquenique para o almoço e água, assim como protetor solar e/ou chapéu e sapatos próprios para caminhada.

Com amizade,

[Assinatura do professor]

Declaro que autorizo o/a aluno/a _____
a ir à saída de campo de Biologia e Geologia do dia 22 de março.

Data Assinatura